



23 chemin des Capelles
31076 TOULOUSE



Université Montpellier II
Faculté des Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5



Unité de Service Enseignement et
Formation en Elevage
Campus de Baillarguet
TA A-71 / B
34 398 MONTPELLIER Cedex 5

MASTER 2EME ANNEE
MENTION SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT-BGAE
SPECIALITE BIODIVERSITE DES INTERACTIONS MICROBIENNES
ET PARASITAIRES

PARCOURS SANTE ANIMALE ET EPIDEMIOSURVEILLANCE
DANS LES PAYS DU SUD (SAEPS)

RAPPORT DE STAGE

La Fièvre de la Vallée du Rift chez les ruminants domestiques aux Comores: Epidémiologie descriptive et étude sérologique longitudinale

Présenté par

Sébastien GIRARD

Réalisé sous la direction de : Dr Eric CARDINALE et Mme Badria KASSIMOU

Organisme et pays : CIRAD – CRVOI à La Réunion et ONACSA aux Comores

Période du stage : du 24/03/2009 au 07/09/2009

Date de soutenance : 17 septembre 2009



Année universitaire 2008-2009



MASTER 2EME ANNEE
MENTION SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT-BGAE
SPECIALITE BIODIVERSITE DES INTERACTIONS MICROBIENNES
ET PARASITAIRES

PARCOURS SANTE ANIMALE ET EPIDEMIOSURVEILLANCE
DANS LES PAYS DU SUD (SAEPS)

RAPPORT DE STAGE

La Fièvre de la Vallée du Rift chez les ruminants domestiques aux Comores: Epidémiologie descriptive et étude sérologique longitudinale

Présenté par
Sébastien GIRARD

Réalisé sous la direction de : Dr Eric CARDINALE et Mme Badria KASSIMOU

Organisme et pays : CIRAD – CRVOI à La Réunion et ONACSA aux Comores

Période du stage : du 24/03/2009 au 07/09/2009

Date de soutenance : 17 septembre 2009

Année universitaire 2008-2009

Résumé

En début de saison sèche 2009, une recherche d'anticorps anti-FVRV par ELISA de compétition a été réalisée chez les ruminants domestiques en Union des Comores. La prévalence sérologique obtenue avec ces 518 prélèvements sanguins est de 33,4 % (intervalle de confiance à 95 % : [29,2 % - 37,6 %]). Des animaux positifs ont été trouvés dans tout le pays, avec des variations entre les trois îles et entre les régions de Grande Comore, la partie Est de l'île étant la plus touchée. Des piégeages d'insectes ont également été réalisés dans deux villages sur l'île de Grande Comore, un à 600 m d'altitude et un sur la côte. Les pièges BG-Sentinel et CDC-light utilisés ont permis de capturer 2 fois plus d'insectes hématophages en altitude, avec une diminution du nombre d'insectes piégés au cours du temps, plus marquée où il pleut moins. Des différences écologiques ayant une répercussion sur le développement des vecteurs semblent donc expliquer toutes ces différences. De plus, pour la première fois, des phlébotomes et des simulies ont été capturés aux Comores. Enfin, un suivi longitudinal d'animaux marqués dans ces 2 villages a permis d'obtenir une séroconversion, donc de mettre en évidence la circulation actuelle du virus sur l'île. Ces résultats, marqués par la première mise en évidence du passage de la FVR aux Comores lors d'une étude à grande échelle, vont permettre d'effectuer de nouvelles recherches, plus approfondies, sur les risques d'introduction et de dissémination de cette pathologie dans un pays situé entre l'Afrique de l'Est et Madagascar, sujets à des épidémies de FVR.

Mots-clés : Fièvre de la Vallée du Rift – Comores – Vecteurs – Zoonose – Séroprévalence – Epidémiologie

Abstract

At the beginning of the 2009 dry season, antibodies anti-RVFFV were searched by inhibition ELISA test in domestic ruminants blood samples collected in the three islands of the Comoros. The estimated serologic prevalence obtained with these 518 samples was 33.4 % (confidence interval of 95 % : [29.2 % - 37.6 %]). Positive animals were found all over the country, with differences between the islands and even between the regions of Grand Comoro, with more positive animals in the East regions. Insect trapping was also made in 2 villages in Grand Comoro during this period, one at 600 m altitude, one on the east coast. Twice more hematophagous insects were trapped at high altitude thanks to BG-sentinel and CDC-light traps. Less insects were trapped when the weather was drier. So ecological differences, with effect on the vector's development, could explain these variations. Moreover, for the first time, sandflies and blackflies were trapped in Comoros. Finally, thanks to repeated blood samples in these two villages, we displayed a seroconversion, so a current viral circulation on this island. It is the first time someone proves Rift Valley Fever is already in this country. And this will allow to make future studies on the risk of introduction and dissemination of this pathology in Comoro archipelago, placed between East Africa and Madagascar, where RVF often breaks out.

Keywords : Rift Valley Fever – Comoros – Vectors – Zoonosis – Seroprevalence – Epidemiology

REMERCIEMENTS

Au Docteur Eric CARDINALE,

du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement,
qui a été pour moi plus qu'un maître de stage et que je tiens à remercier tout particulièrement pour la
rédaction de ce mémoire mais surtout pour ses conseils et son soutien, qu'il trouve ici l'expression de
ma profonde gratitude et de mon amitié sincère.

Au Docteur Koussay DELLAGI,

Directeur du Centre de Recherche et de Veille sur les maladies émergentes dans l'Océan Indien,
pour son accueil au sein du CRVOI,
qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A Monsieur Matthieu ROGER,

du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement,
avec qui j'ai eu le plaisir de travailler et qui a su me conseiller,
qu'il trouve ici l'expression de ma grande gratitude et de mon amitié sincère.

A Mademoiselle Séverine LICCIARDI et Monsieur Guy LEMPERIERE,

pour leur aide et leurs conseils en entomologie ainsi que pour leur soutien,
qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

**A tous les membres du Centre de Recherche et de Veille sur les maladies émergentes dans
l'Océan Indien,**

pour leur aide, leurs conseils et leur soutien,
qu'ils trouvent ici l'expression de ma grande gratitude.

A Madame Badria KASSIMOU SAID,

De l'Office National pour le Contrôle Sanitaire et Phytosanitaire des produits alimentaires, des
végétaux et des animaux importés ou exportés,
pour son accueil chaleureux et son aide précieuse aux Comores,
qu'elle trouve ici l'expression de ma grande gratitude et de mon amitié sincère.

A Monsieur Mohamed HALIFA,

De l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, la Pêche et l'Environnement,
sans lequel le travail de laboratoire aux Comores aurait été impossible,
qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

A Madame Mariama ANTHOY,

Directrice Nationale de la Stratégie Agricole et de l'Elevage de l'Union des Comores,
pour son aide, ses conseils et son soutien,
qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

**A Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement de l'Union des
Comores,**

pour son accueil au sein de son Ministère,
qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A Monsieur Miradji SOULE,

Technicien vétérinaire au Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement,
avec qui j'ai eu le plaisir de travailler et sans qui le travail réalisé n'aurait jamais été celui-là,
qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude et de mon amitié sincères,
pour son aide précieuse et sa connaissance du terrain.

A Monsieur Mlaraha AHMED,

Secrétaire Général de la Fédération Nationale des Agriculteurs Comoriens,
pour tout le travail qu'il a réalisé et son aide sur le terrain,
qu'il trouve ici l'expression de ma grande gratitude.

A Monsieur Hamidi BEN CHEIKH,
Président intérimaire de la Fédération Nationale des Agriculteurs Comoriens,
pour tout le travail réalisé à Anjouan,
qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A tous les membres de la Fédération Nationale des Agriculteurs Comoriens,
qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements,
pour leur aide et leur connaissance du terrain.

A tous les membres de l'Office National pour le Contrôle Sanitaire et Phytosanitaire des produits alimentaires, des végétaux et des animaux importés ou exportés,
que je remercie pour leur aide et leur soutien,
qu'ils trouvent ici l'expression de mon agréable souvenir.

A Monsieur Saïd MIRADJI SAHERI,
qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude et de mon amitié,
pour son accueil et son aide indispensable.

A Monsieur Mohamed MOUSSA et tous les habitants de Maoueni,
pour leur accueil et m'avoir permis de réaliser le travail dans leur village,
qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A Monsieur Mohamed ISLAMOU et tous les habitants de Séléani,
pour leur accueil et m'avoir permis de réaliser le travail dans leur village,
qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments respectueux.

A Monsieur Ali Mohamed HASSANI,
que je tiens à remercier particulièrement pour son accueil chaleureux, son hospitalité et son aide précieuse,
qu'il trouve ici l'expression de ma grande gratitude et de ma sincère amitié.

Au Docteur Ahmed OULEDI,
Doyen de la Faculté des Sciences des Comores et membre du Conseil du Centre de Recherche et de Veille sur les maladies Emergentes dans l'Océan Indien,
pour son aide,
qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

A Mademoiselle Djamila ABDALLAH et toute sa famille,
que je remercie pour leur hospitalité et leur soutien,
qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments les plus sincères.

A Julien DURAND,
Stagiaire au Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement,
que je remercie pour son soutien,
qu'il trouve ici l'expression de ma sincère amitié.

A Mes parents,
Pour leur éducation, pour les études qu'ils m'ont permis d'effectuer et surtout pour leur soutien permanent, même à distance,
qu'ils trouvent ici le témoignage de ma plus grande reconnaissance.

A mon frère.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ ET MOTS-CLES	3
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	3
REMERCIEMENTS.....	4
LISTE DES FIGURES.....	7
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	8
INTRODUCTION.....	9
I. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	10
1. HISTORIQUE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE LA FVR	10
1) <i>Historique jusqu'en 2005</i>	10
2) <i>Situation récente</i>	10
2. PRESENTATION DES COMORES ET DE SON ELEVAGE	12
3. LA FIEVRE DE LA VALLEE DU RIFT	13
1) <i>Définition</i>	13
2) <i>Symptomatologie</i>	13
3) <i>Epidémiologie</i>	15
a) <i>Espèces sensibles</i>	15
b) <i>Vecteurs</i>	15
c) <i>Transmission</i>	16
d) <i>Influence climatique</i>	17
4) <i>Diagnostic</i>	17
5) <i>Prophylaxie et surveillance de la maladie</i>	19
6) <i>Méthodes de lutte</i>	20
4. IMPORTANCE ECONOMIQUE ET IMPACT DE LA FVR.....	20
5. MOUVEMENTS D'ANIMAUX DANS LA REGION.....	21
6. CONCLUSION.....	22
II. ETUDE DE LA FVR AUX COMORES	22
1. OBJECTIFS	22
2. MATERIEL ET METHODE	22
1) <i>Etude de la prévalence de la FVR aux Comores</i>	22
a) <i>Description de la zone étudiée</i>	22
b) <i>Echantillonnage et prélèvements</i>	23
2) <i>Suivi des animaux dans 2 villages de Grande Comore</i>	25
a) <i>Choix et description des zones étudiées</i>	25
b) <i>Echantillonnage et prélèvements</i>	27
3) <i>Piégeage d'insectes dans les 2 villages</i>	28
3. RESULTATS.....	29
1) <i>Description de l'élevage aux Comores</i>	29
2) <i>Estimation de la prévalence de FVR</i>	31
3) <i>Données entomologiques</i>	32
4) <i>Epidémiologie descriptive</i>	33
4. DISCUSSION	34
1) <i>Méthodologie</i>	34
2) <i>Résultats</i>	35
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	38
BIBLIOGRAPHIE.....	39

LISTE DES FIGURES

- Figure 1) Carte de distribution de la FVR (Bird et al., 2009)
Figure 2) Situation géographique des Comores
Figure 3) Flux régionaux d'animaux entre les îles de l'Union des Comores, Mayotte, Madagascar et les pays de la Côte Est africaine (Rakotoharinome et Maillard, 2006)
Figure 4) Réunion avec la FNAC le 9 mai
Figure 5) Isohyètes en Grande Comore et situation des 2 villages (adapté de Ouledi, 2003)
Figure 6) Citerne dans le village de Séléani et mare temporaire située non loin du village
Figure 7) Piège CDC (à gauche) à Séléani et piège BG (à droite) à Maoueni en place
Figure 8) Dessins des pièces buccales d'insectes non-hématophages (à gauche) et hématophages (à droite)
Figure 9) Vaches au piquet, attachées à des cocotiers
Figure 10) Complémentation par des morceaux de tronc de bananiers
Figure 11) Répartition des hématophages en différentes familles
Figure 12) Répartition des Culicidae en sous-familles
Figure 13) Pourcentages cumulés d'insectes capturés à chaque campagne, pour chaque village

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1) Présence de la Fièvre de la Vallée du Rift dans les différents pays de la partie Ouest de l'Océan Indien, en 2009 (adapté de AFSSA, 2008)
Tableau 2) Effectifs de bovins et de caprins en 2004 et de volailles en 2000 dans les îles de l'Union des Comores
Tableau 3) Catégories d'animaux affectées par la Fièvre de la Vallée du Rift et sensibilité (pouvant parfois varier entre individus adultes et jeunes) (Swanepoel, 2004, dans AFSSA, 2008)
Tableau 4) Répartition des prélèvements par région et par espèce sur les 3 îles des Comores
Tableau 5) Dates des prélèvements et nombre d'animaux prélevés dans chaque village
Tableau 6) Taille des troupeaux de ruminants aux Comores, par île
Tableau 7) Détails sur la constitution des troupeaux de ruminants aux Comores
Tableau 8) Prévalence apparente globale de la FVR aux Comores et prévalences en fonction de différents facteurs
Tableau 9) Prévalence en FVR en fonction de l'altitude en Grande Comore

Liste des abréviations et acronymes

ARN : Acide Ribonucléique
BG : Biogents
CDC : Centers for Disease Control
CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CRVOI : Centre de Recherche et de Veille sur les maladies émergentes dans l'Océan Indien
ELISA : Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay
FA : Fièvre aphteuse
FCO : Fièvre Catarrhale Ovine
FNAC : Fédération Nationale des Agriculteurs Comoriens
FVR : Fièvre de la Vallée du Rift
FVRV : Virus de la Fièvre de la Vallée du Rift
IgG : Immunoglobuline G
IgM : Immunoglobuline M
InVS : Institut de Veille Sanitaire
OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale (ex-Office International des Epizooties)
ONACSA : Office National pour le Contrôle Sanitaire et Phytosanitaire des produits alimentaires, des végétaux et des animaux importés ou exportés
PB : Peste Bovine
PCSMAN : Projet de Coopération Scientifique sur les Maladies Animales Emergentes
PPR : Peste des Petits Ruminants
PPCC : Pleuropneumonie Contagieuse Caprine
PPCB : Péripneumonie Contagieuse Bovine
RT-PCR : Reverse Transcriptase – Polymerase Chain Reaction
SN : Séroneutralisation = Neutralisation virale

INTRODUCTION

La Fièvre de la Vallée du Rift est une maladie virale affectant de nombreuses espèces animales, essentiellement les ruminants, mais également l'homme. C'est une zoonose d'importance majeure en Afrique où elle sévit sur une grande partie du continent. Son impact économique est important, car cette maladie provoque une forte mortalité chez les jeunes animaux et des avortements en série. L'infection chez l'homme est généralement inapparente ou bénigne, mais des complications peuvent entraîner la mort de la personne. Cette maladie a donc une importance toute particulière dans la santé publique vétérinaire.

Actuellement, la FVR n'est présente qu'en Afrique du Sud, mais des cas récents ont été détectés dans des pays voisins des Comores : à Madagascar, où les derniers foyers ont été clôturés le 29 mai 2009, et surtout à Mayotte, où 4 foyers de la maladie, déclarés fin 2007 et au cours de l'année 2008, ont été clos le 06 avril 2009. Les autorités vétérinaires mahoraises déclarent d'ailleurs avoir déjà trouvé des caprins positifs en provenance d'Anjouan lors de la recherche d'anticorps contre la Fièvre de la Vallée du Rift (OIE, résumé FVR – Mayotte). De plus, les Comores ont importé ou importent toujours des animaux sensibles à la maladie de pays récemment touchés : Madagascar donc et la Tanzanie, où des épizooties de FVR sévissent régulièrement, la dernière datant de 2007.

Dans ce contexte, il devenait urgent de réaliser une recherche spécifique sur cette zoonose aux Comores, car aucune donnée sur la Fièvre de la Vallée du Rift n'est disponible concernant les trois îles constituant le pays.

Ce mémoire présente l'étude réalisée aux Comores, dans le cadre du Projet de Coopération Scientifique sur les Maladies Animales Emergentes, projet réalisé par des épidémiologistes du CIRAD, détachés au CRVOI, et qui a débuté en janvier 2009. Ce projet consiste en des prélèvements sanguins sur différentes espèces animales afin de rechercher certaines maladies d'importance vétérinaire dans la région : pestes porcines africaine et classique pour les porcs, maladie de Newcastle et grippe aviaire pour les volailles et 2 zoonoses émergentes, la Fièvre du Nil Occidental qui touche les oiseaux et les chevaux et la Fièvre de la Vallée du Rift qui atteint les ruminants. L'étude sur la FVR consista dans une première partie à réaliser des prélèvements sanguins sur les ruminants des 3 îles constituant l'Union des Comores, dans le but d'obtenir une estimation de la prévalence de cette maladie dans le pays. Un second objectif de l'étude était de piéger des insectes dans des zones où des symptômes de FVR ont été récemment signalés, afin d'actualiser le recensement des espèces d'insectes hématophages sur l'île de la Grande Comore et de connaître les vecteurs potentiels de la maladie présents dans ces zones. Dans ces mêmes sites, un suivi sérologique a été réalisé sur les ruminants pour essayer de mettre en évidence une circulation actuelle du virus sur la Grande Comore.

L'objectif global de l'étude est donc d'avoir des données sur l'état actuel des Comores vis-à-vis de la FVR et sur les vecteurs potentiels de la maladie, afin de renforcer la surveillance et les mesures de lutte contre la maladie dans le pays.

I. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. HISTORIQUE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE LA FVR

1) Historique jusqu'en 2005

La Fièvre de la Vallée du Rift fut identifiée pour la première fois en 1930 au Kenya, dans la Vallée du Rift, cette dernière ayant donné son nom à la maladie. Par la suite, jusqu'au milieu des années 70, de nombreuses épizooties eurent lieu en Afrique sub-saharienne, touchant essentiellement les animaux. La maladie était alors considérée comme une maladie africaine, d'importance essentiellement vétérinaire à cause des pertes de bétail, et comme peu dangereuse pour l'homme. Par exemple, en Afrique du Sud entre 1950 et 1951, la FVR entraîna 500 000 avortements et la mort de 100 000 ovins (AFSSA, 2008).

Puis, en 1976, la FVR est apparue plus au Nord, au Soudan et en 1977 en Egypte, où après avoir atteint le bétail, elle est passée chez l'homme, provoquant plus de 200 000 cas et près de 600 morts. Après cette épidémie, la FVR est devenue une préoccupation de santé publique majeure (AFSSA, 2008). Depuis, la maladie persiste sous forme d'enzootie dans ce dernier pays avec quelques résurgences, notamment en 1993 et 1997 (Chevalier et al., 2008).

En 1987 est apparue la première épidémie en Afrique de l'Ouest, plus précisément en Mauritanie et au Sénégal, suite à la mise en eau du barrage de Diama (Gerdes, 2004), provoquant 224 cas mortels (AFSSA, 2008). La région fut touchée de nouveau dans les années 90, avec de nombreux avortements chez les ruminants et quelques cas humains.

A partir de 1990, la maladie a touché Madagascar avec des avortements massifs chez les bovins. Le virus y avait déjà été mis en évidence dès 1979, mais sans qu'il n'ait d'impact sur la santé animale ou humaine (FAO, 2008).

Sinon, de nouvelles épidémies apparaissent régulièrement en Afrique de l'Est, dont une importante en 1997-98 au Kenya et en Somalie (Gerdes, 2004). Suite à ce dernier épisode, le virus se propagea à la péninsule arabique, plus précisément l'Arabie Saoudite et le Yémen, en 2000. Ceci correspond à la première épidémie hors d'Afrique, provoquant 95 décès humains (AFSSA, 2008), et prouve que le virus peut se propager en dehors de ce continent. Ainsi la FVR représente actuellement une menace majeure dans cette région mais également en Europe, du fait du réchauffement climatique, car le nombre d'espèces d'insectes potentiellement vecteurs est très important et ils ont une grande aire de répartition.

La FVR sévit donc de manière cyclique en Afrique de l'Est, en Afrique de l'Ouest et au sud du continent. En dehors de ces zones d'épidémies, le virus circule aussi dans de nombreux pays africains, sans conséquence majeure.

2) Situation récente

En 2006, le Kenya fut de nouveau touché par une épidémie importante, qui s'est étendue à la Somalie et la Tanzanie (Chevalier et al., 2008), faisant plusieurs centaines de morts humains. En conséquence, la surveillance de la maladie a été intensifiée à Mayotte depuis février 2007 car le risque d'introduction à partir de l'Afrique de l'Est n'y est pas négligeable. Toujours en 2006, des animaux furent infectés à Madagascar, mais sans présenter de signe clinique (FAO, 2008).

Suite à l'épidémie en Afrique de l'Est, l'archipel des Comores fut touché pour la première fois, un enfant déclarant des symptômes en mai 2007. Ce cas fut confirmé par des analyses à Mayotte, révélant la présence d'anticorps IgG et IgM anti-FVRV (Institut de Veille Sanitaire, 2007). A partir du mois de février 2007, une augmentation anormale des avortements spontanés chez les caprins a été notée dans le nord de la Grande Comore. Dans

les mois suivants, des avortements et une mortalité anormalement élevés ont été signalés sur l'ensemble de l'île et à Mohéli. C'est la première fois qu'autant d'avortements du bétail sont rapportés aux Comores. Même si l'étiologie des mortalités et des avortements n'a pas été confirmée, la notification d'un cas humain autochtone de FVR laisse supposer une circulation du virus dans le pays (AFSSA, 2008). Par la suite, les autorités sanitaires de Grande Comore ont fait savoir qu'une nouvelle personne présentait des IgM anti-FVRV fin janvier 2008 (Direction Générale de la Santé, 2008).

A la même période, entre le 27 septembre 2007 et le 14 mai 2008, 10 cas humains à Mayotte ont été déclarés, et confirmés par détection d'IgM ou d'ARN viral. La souche de ce virus était génétiquement apparentée à celle qui avait sévi au Kenya en 1997. Cette première circulation autochtone reconnue du virus de la FVR à Mayotte illustre le risque d'introduction encouru par cette île vis-à-vis des arbovirus circulant dans les pays côtiers ou les îles d'Afrique de l'Est (Sissoko et al., 2009). De plus, les autorités mahoraises précisent, dans leurs rapports envoyés à l'OIE, que les importations régulières de bétail vivant aux Comores en provenance de Madagascar et de Tanzanie (depuis 2002) amenaient à prendre en considération le risque d'introduction de la maladie à Mayotte, par des importations illégales de bétail vivant en provenance d'Anjouan, car des anticorps contre le virus de la FVR ont été mis en évidence sur des chèvres interceptées. Des tests ont été réalisés sur des sérums prélevés en novembre 2007 et ont mis en évidence la présence d'IgM sur trois zébus, laissant supposer une circulation virale aux environs du mois d'octobre 2007 (OIE, résumé FVR - Mayotte). Ensuite, des analyses répétées ont permis de mettre en évidence une séroconversion chez un zébu et donc la circulation du virus sur le territoire mahorais à cette époque (AFSSA, 2008).

Fin 2007, la FVR a causé une grave épidémie au Soudan ; 601 cas cliniques humains ont été rapportés, dont 211 mortels, sans qu'aucun cas clinique animal n'ait été officiellement notifié. Cette épidémie toucha également le Kenya (AFSSA, 2008).

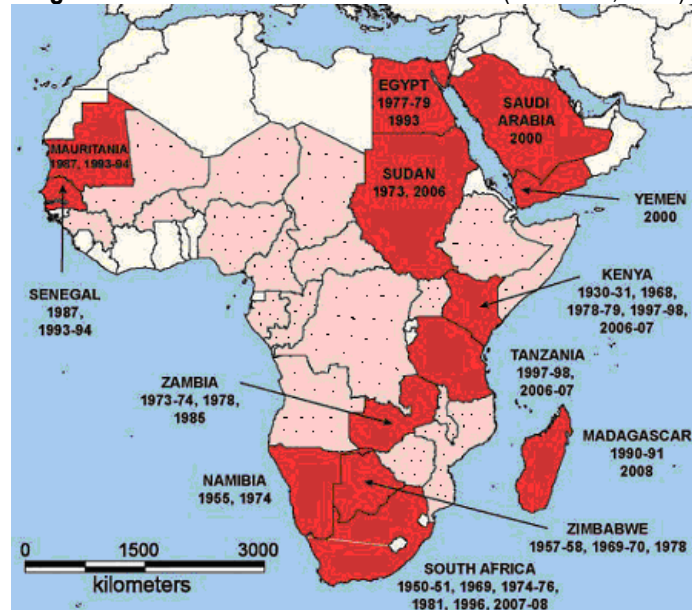
Actuellement, en août 2009, l'Afrique du Sud est le seul pays touché par la maladie, mais, comme présenté ci-dessus, des cas très récents ont été rapportés à Mayotte, les autorités mahoraises ne clôturant l'événement qu'en avril 2009. Enfin, Madagascar a également subi des pertes dues à la FVR en 2008 et cette année, et a clôturé le dernier foyer le 29 mai 2009 (OIE, rapports de suivi - 2009).

Les pays du sud de l'Afrique de l'Est et les îles proches, telles que l'archipel des Comores, devraient donc renforcer la surveillance de la maladie suite à cette dernière épidémie à Madagascar. Si aucun signe de FVR n'est décrit, alors la surveillance doit se focaliser sur les vecteurs et sur la sérologie de ruminants sensibles (FAO, 2008), ce qui correspond tout à fait à la situation aux Comores.

Tableau 1 : Présence de la Fièvre de la Vallée du Rift dans les différents pays de la partie Ouest de l'Océan Indien, en 2009 (*adapté de AFSSA, 2008*)

PAYS	SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE
Afrique du Sud	Epizootie
Madagascar	Fin d'épizootie
Comores	Epizootie ?
Tanzanie	Enzootie
Kenya	Enzootie
Mayotte	Non définie
Mozambique	Suspicion d'enzootie
Seychelles	Absence de circulation virale

Figure 1 : Carte de distribution de la FVR (Bird et al., 2009)



Légende : Les pays en foncé correspondent à ceux dans lesquels des épizooties ou des épidémies ont eu lieu, avec leur date, et ceux dans lesquels une activité enzootique de faible ampleur (détection d'anticorps ou isolation virale occasionnelle) a été mise en évidence sont ponctués.

2. PRESENTATION DES COMORES ET DE SON ELEVAGE

L'Union des Comores est un pays situé dans l'Océan Indien, au nord du canal du Mozambique, constitué de 3 îles : Ngazidja (Grande Comore), Mwali (Mohéli) et Ndzuani (Anjouan) d'Ouest en Est. Les pays les plus proches sont : Mayotte, donc la France, à 65 km au Sud-Est d'Anjouan ; le Mozambique à 300 km à l'Ouest de la Grande Comore ; la Tanzanie à 350 km au Nord-Ouest de la Grande Comore ; Madagascar à moins de 400 km au Sud-Est d'Anjouan ; et le Kenya à un peu plus de 850 km, au Nord de la Tanzanie. L'Union des Comores a une superficie totale de 1860 km² et une population humaine de 790 000 habitants, dont 64 % de ruraux.

Figure 2 : Situation géographique des Comores



Le climat est de type tropical humide insulaire à deux saisons, l'une humide et chaude de novembre à avril, l'autre moins humide et fraîche de mai à octobre. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 2 000 mm et 4 000 mm, mais les conditions climatiques varient considérablement à travers le pays, en fonction de l'altitude et de l'orientation par rapport au relief. À la Grande Comore la pluviométrie varie entre 1 400 mm sur la côte sud-est et 5 900 mm au pied du massif du Karthala. Dans l'archipel, la conjonction de différents facteurs (relief, couvert végétal, etc.) est favorable à la création de nombreux microclimats sur chacune des îles (FAO, 2005).

La population d'animaux producteurs des Comores, à savoir les bovins, caprins et volailles, et dans une moindre mesure les ovins, constituent un potentiel non négligeable pour couvrir les besoins protéiques et générer des ressources financières importantes pour les ménages résidant en milieu rural, notamment en ce qui concerne la filière caprine. Les effectifs totaux estimés de ces animaux sont d'environ 60 000 bovins et 100 000 caprins en 2004 et 250 000 volailles en 2000. Ces chiffres, qui ont dû évoluer, sont repris avec le détail par île dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Effectifs de bovins et de caprins en 2004 et de volailles en 2000 dans les îles de l'Union des Comores

	Grande Comore	Anjouan	Mohéli	Total
Bovins	23 500	36 000	4 500	64 000
Caprins	54 000	35 000	7 000	96 000
Volailles	138 000	100 000	17 000	255 000

3. LA FIEVRE DE LA VALLEE DU RIFT

1) Définition

La Fièvre de la Vallée du Rift est une maladie infectieuse qui touche de nombreux vertébrés mais dont la maladie clinique se limite aux ruminants et aux humains. C'est une arbovirose dont l'agent pathogène est un virus de la famille des Bunyaviridae, du genre *Phlebovirus*. Ce virus possède un génome constitué de 3 segments d'ARN simple brin : un large (L), un moyen (M) et un petit (S).

Chez les ruminants, la maladie est transmise par de nombreuses espèces de moustiques et provoque des avortements et de la mortalité néonatale. Cependant, la plupart des espèces indigènes de bétail en Afrique présentent un niveau élevé de résistance à la maladie. Par contre l'homme s'infecte au contact de tissus d'animaux malades. La FVR est peu sévère pour lui, s'exprimant sous forme de symptômes grippaux, sauf dans certains cas où la maladie évolue vers une encéphalite ou une fièvre hémorragique souvent mortelle. Cette maladie est donc actuellement considérée comme une zoonose majeure et fait partie de la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'OIE.

2) Symptomatologie

Les signes d'atteinte de la FVR comportent :

- une vague soudaine d'avortements chez les ruminants domestiques ;
- près de 100 % de mortalité chez les petits ruminants de moins d'une semaine ;
- une forte hyperthermie, une lymphadénite, un écoulement oculo-nasal (chez les adultes) ;
- une diarrhée fétide et profuse ;

- des vomissements et coliques ;
- de la prostration, des ictères et de la dysgalactie. (Davies et Martin, 2003)

Cependant, les signes cliniques varient selon l'âge, l'espèce et la race de l'animal hôte. Ainsi la maladie peut prendre 4 formes cliniques selon la sévérité des symptômes, qui existent toutes chez les petits ruminants domestiques :

- une forme suraiguë, chez les nouveau-nés, caractérisée par une incubation très courte, souvent inférieure à 2 jours, et des symptômes peu évocateurs (parfois seule la mort est constatée). Le taux de mortalité est proche de 100 % ;
- une forme aiguë concerne les jeunes de moins de trois semaines. La période d'incubation très courte est suivie de symptômes caractéristiques. Le taux de mortalité est de 10 à 60 %. Les animaux qui guérissent présentent généralement des signes d'ictère ;
- une forme subaiguë est associée à une réaction fébrile durant un à cinq jours, une diarrhée et une vague d'avortements au sein du troupeau. Le taux de mortalité varie de 5 à 20 % et le taux d'avortements de 40 à 100 % lors d'épizooties ;
- une forme inapparente atteint généralement les animaux adultes. Il se peut qu'une brève période d'hyperthermie touche cette catégorie d'animaux, mais n'est généralement pas détectée. Ces infections entraînent essentiellement des séroconversions. (Davies et al., 2003). Il est intéressant de noter que le taux de morbidité chez les troupeaux de petits ruminants infectés approche les 100 % (Geering et al., 2003).

Chez les bovins, la maladie peut également évoluer selon les quatre formes précédemment décrites. La mortalité est cependant moins sévère que chez les ovins, avec un taux variant de moins de 10 % chez les adultes à 70 % chez les veaux. Chez les jeunes de moins de 10 jours, la forme suraiguë est la plus fréquente. La forme aiguë, qui atteint les jeunes adultes et les races génétiquement plus sensibles, ressemble à celle qui sévit chez les petits ruminants. Chez les adultes, les formes les plus courantes sont subaiguës ou inapparentes. Les signes cliniques sont alors des avortements, dont le taux peut atteindre 40 % au sein des troupeaux, et une chute de la production laitière. (AFSSA, 2008). Il est important de se souvenir que les races indigènes, plus résistantes, peuvent ne présenter aucun des signes susmentionnés et aucun signe clinique si ce n'est quelques avortements (Geering et al., 2003).

En ce qui concerne les espèces sauvages, leur sensibilité est mal connue. Beaucoup d'espèces de ruminants sauvages, alors qu'ils partageaient les mêmes zones de pâturages que les bovins et ovins cliniquement atteints, ont montré des preuves sérologiques de leur infection par le virus de la FVR sans en exprimer les signes cliniques durant les périodes épizootiques (Geering et al., 2003). Les camélidés adultes atteints développent rarement des signes cliniques, néanmoins des avortements peuvent être observés durant les périodes d'épizooties (AFSSA, 2008).

La Fièvre de la Vallée du Rift chez l'homme est responsable d'une fièvre hémorragique virale dont la présentation clinique est très variable. L'incubation varie de deux à six jours et est suivie par une virémie de 10 jours. La moitié des personnes infectées demeurent asymptomatiques. L'autre moitié développe une forme clinique, caractérisée, dans la grande majorité des cas, par des symptômes grippaux, avec installation brutale de fièvre accompagnée de douleurs musculaires et articulaires et de céphalées. Les individus infectés guérissent généralement en moins d'une semaine, avec une convalescence de 2 à 3 semaines. Cependant, la pathologie est beaucoup plus grave chez une très faible proportion de patients, prenant la forme d'un ou de plusieurs des trois syndromes suivants : oculaire, méningo-encéphalitique ou hémorragique, et pouvant entraîner la mort ou des séquelles irréversibles chez les survivants.

La maladie peut donc prendre 4 formes :

- Un syndrome fébrile de type grippal ;
- Une fièvre hémorragique, qui apparaît rapidement après le début de la maladie, avec atteinte du foie, thrombocytopénie, ictère et saignements. Cette forme est souvent mortelle ;
- Une méningo-encéphalite suite à un syndrome fébrile, avec coma. La mortalité est rare mais les séquelles, courantes, peuvent être graves ;
- Des problèmes oculaires avec vision trouble et perte d'acuité visuelle. Certains patients peuvent perdre la vue de façon définitive.

Finalement, le taux de létalité est proche de 1 % lors des épidémies de FVR. La répartition des formes cliniques de FVR chez l'homme est présentée dans un schéma en Annexe I et l'évolution clinique de la maladie chez les animaux et l'homme est reprise en Annexe II.

En conclusion, les épidémies sont caractérisées par une grande quantité d'avortements en peu de temps, quasiment 100% de mortalité chez les animaux nouveau-nés âgés de moins d'une semaine et des syndromes grippaux chez l'homme. (Gerdes, 2004)

3) Épidémiologie

a) Espèces sensibles

De nombreuses espèces animales, ainsi que l'homme, sont sensibles au virus de la FVR. Cependant, cette sensibilité est très variable, comme décrit précédemment.

Tableau 3 : Catégories d'animaux affectées par la Fièvre de la Vallée du Rift et sensibilité (pouvant parfois varier entre individus adultes et jeunes) (Swanepoel, 2004, dans AFSSA, 2008)

RECEPTIFS				NON RECEPTIFS
SENSIBLES		PEU SENSIBLES	TRES PEU ou PAS SENSIBLES	
Mortalité > 70 %	Mortalité élevée : 10 – 70 %	Maladie parfois grave, mais rarement mortelle	Production d'anticorps	Réfractaires
Agneaux Chevreaux Chiots Chatons Souris (adultes) Rat (adultes)	Ovins (adultes) Veaux Certains rongeurs (adultes)	Humains Bovins (adultes) Caprins (adultes) Buffles africains et asiatiques (adultes) Singes (adultes) Dromadaires	Chevaux (adultes) Anes (adultes) Lapins (adultes) Porcs (adultes) Chats (adultes) Chiens (adultes)	Oiseaux Reptiles Amphibiens

Il est à noter que la sensibilité des espèces sauvages est mal connue (AFSSA, 2008).

b) Vecteurs

Les moustiques sont les vecteurs biologiques les plus importants du virus de la FVR. Mais plusieurs souches virales ont été isolées d'autres arthropodes tels que les phlébotomes, les simulies et les tiques, et qu'une transmission mécanique pourrait exister (Gerdes, 2004). En Afrique, ce virus a été isolé de plus de 30 espèces de moustiques appartenant à au moins 6 genres (*Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, *Eretmapodites*, *Mansonia* et *Coquillettidia*) (Bird et al., 2009). Les genres *Aedes* et *Culex* ont été rapportés comme étant les principaux vecteurs de la

FVR. Cependant, les vecteurs impliqués sont différents entre l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique de l'Est (Fontenille et al., 1998).

L'absence de spécificité du virus par rapport aux vecteurs laisse supposer que ces derniers pourraient jouer différents rôles épidémiologiques (AFSSA, 2008), selon leur mode de vie et leur bioécologie.

Il faut bien différencier certains termes utilisés lorsqu'on parle de vecteurs :

- La compétence vectorielle : la plupart des espèces de moustiques infectés expérimentalement avec le virus de la FVR se sont avérés compétents, c'est-à-dire, capables de s'infecter, de multiplier et de transmettre le virus à un hôte vertébré ;
- La capacité vectorielle : dans la nature, d'autres facteurs entrent en jeu pour définir le véritable rôle épidémiologique des vecteurs. Ces facteurs, regroupés sous le terme de capacité vectorielle, incluent certaines caractéristiques liées à la biologie du vecteur et à son écologie ;
- Le terme de vecteur potentiel : définit un insecte, prélevé sur le terrain, ayant donné lieu à un isolement viral. (AFSSA, 2008).

Quelques espèces de vecteurs potentiels de FVR ont été recensés à Mayotte : *Culex pipiens quinquefasciatus*, *Aedes albopictus*, *Aedes circumluteolus*, *Aedes fowleri* et *Aedes aegypti*. Aux Comores, le recensement des espèces de moustiques n'a pas été fait depuis un certain temps (Annexe III). Des insectes vecteurs de la FVR vivent dans ces îles, mais lesquels ?

c) Transmission

Le cycle de transmission et de maintien du virus est complexe. Une génération d'*Aedes* infectés, grâce à la transmission verticale de la femelle à ses oeufs, émerge dès la mise en eau des gîtes lors des fortes pluies, après avoir résisté à la dessiccation. Ces moustiques pullulent et vont aller infecter le bétail. Dans la plupart des situations, les bovins, ovins, caprins surpassent en nombre les hôtes potentiels présents et leur virémie est suffisamment importante pour permettre une amplification virale. Ce sont donc les hôtes amplificateurs majeurs du virus de la FVR. Ensuite d'autres insectes, dont certaines espèces de *Culex* présentes en fortes densités, appelés vecteurs secondaires, vont prendre le relais en piquant les animaux. Ces vecteurs, plus anthropophiles que les *Aedes*, joueraient également un rôle dans la transmission du virus à l'homme. La transmission d'un ruminant à un autre peut aussi se faire par contact avec les fluides corporels des animaux virémiques, et particulièrement ceux exprimant des symptômes. Une autre source d'infection est représentée par les avortons et produits d'avortement, qui contiennent de fortes concentrations de virus. Ainsi, l'amplification de la transmission à cause des avortements, s'ajoutant au mécanisme de base de la transmission vectorielle de l'arbovirose, est à l'origine du mécanisme épizootique (AFSSA, 2008).

La transmission du virus à l'homme peut se faire par 2 cycles différents. Ainsi, plus de 90 % des infections humaines par le virus de la FVR se sont réalisées lors de la manipulation ou le contact avec les tissus ou le sang du bétail malade ou de l'élimination de carcasses ou d'avortons d'animaux : ceci correspond au cycle domestique. La transmission du virus à l'homme se fait alors par les muqueuses ou par des lésions au niveau de la peau. Le deuxième cycle supposé est le cycle urbain péri-domestique, où les humains sont infectés directement par la piquûre d'insectes anthropophiles. Mais ce mode de transmission n'a jamais pu être prouvé (AFSSA, 2008). Les personnes les plus exposées correspondent donc aux personnes potentiellement en contact direct avec des animaux virémiques, lors d'autopsies, d'abattage ou de la préparation des viandes. D'autres modes de transmission du virus, plus négligeables, ont été rapportés, mais pas tous prouvés : consommation de lait cru, infection par inhalation, infections dans des laboratoires. Enfin, les produits carnés peuvent être source de virus si les

règles d'hygiène et d'inspection de la viande avant abattage, si la maturation de la viande avec diminution de pH et si la cuisson des produits ne sont pas bien respectés (AFSSA, 2008).

On observe que les moustiques vecteurs peuvent assurer la transmission par voie verticale, ce mode de transmission jouant un rôle déterminant dans les cycles enzootiques, ou par voie horizontale, transmission très efficace lors des épizooties (AFSSA, 2008). Cependant, l'émergence simultanée d'un grand nombre d'insectes vecteurs est nécessaire à la survenue d'une épidémie, impossible à partir d'une seule source, par dissémination latérale (Gerdes, 2004).

Les cycles en période enzootique et en période épizootique sont repris dans un schéma simplifié, Annexe IV, et le bilan des formes épidémiologiques dans un tableau en Annexe V.

La question du réservoir lors des périodes inter-épidémiques n'est toujours pas élucidée : réservoir sauvage, encore inconnu, ou maintenance du virus dans les oeufs d'*Aedes* grâce à la transmission verticale (Chevalier et al., 2008).

d) Influence climatique

La maladie est associée à la présence d'eau car les insectes vecteurs dépendent de cet élément pour leur développement. En conséquence, la durée des périodes inter-épidémiques est variable : de 5 à 30 ans selon l'humidité.

Lorsque les pluies sont modérées, l'eau s'infiltre très rapidement dans le sol. Les mares ne sont durablement inondées que lors d'épisodes pluviométriques prolongés et intenses. En Afrique de l'Est, une corrélation a été établie entre la survenue d'épisodes pluviométriques exceptionnels et la survenue d'épizooties de FVR. Dans cette région, l'activité virale suit donc la saison des pluies, entraînant la plupart des cas cliniques entre les mois de mai et août. (AFSSA, 2008). Cette corrélation a entraîné le développement de techniques sophistiquées pour prédire la survenue d'épizooties de FVR en Afrique de l'Est. Cela sera détaillé dans la surveillance de la maladie.

4) Diagnostic

Le diagnostic de suspicion clinique de la FVR peut être porté dès qu'il y a des avortements chez les ruminants domestiques, associés à de la mortalité chez les jeunes souffrant d'une maladie aiguë fébrile avec atteinte hépatique (AFSSA, 2008). Ces données sont à corrélérer avec les précipitations, la quantité de moustiques et les syndromes grippaux chez les humains exposés à des matériaux à risque (Gerdes, 2004) : s'ils augmentent, la plausibilité de la suspicion clinique est renforcée. L'observation de lésions de nécrose hépatique et d'hémorragies diffuses la renforce également. Cependant, la maladie chez les animaux domestiques peut n'être décelée qu'après son identification chez les humains. De plus, des cas sporadiques peuvent se vérifier dans des circonstances non épidémiques, et sont plus difficiles à diagnostiquer sur le terrain voire peuvent ne pas être détectés (Geering et al., 2003). Un examen sanguin peut faciliter le diagnostic : une sévère leucopénie, une grande quantité d'enzymes associées aux problèmes hépatiques et de la thrombocytopénie indiquent la présence de FVR (Gerdes, 2004).

Le virus se réplique surtout au niveau du foie et de la rate, et aussi dans le cerveau. Le tableau lésionnel comprend donc :

- une atteinte hépatique : hypertrophie et nécrose (lésion la plus fréquente) ; une congestion initiale qui laisse place à une coloration bronze ou jaune ; des hémorragies également ;
- un œdème de la paroi de la vésicule biliaire avec des hémorragies ;
- des lésions d'encéphalite ;
- des pétéchies sur l'ensemble des organes et de la carcasse ;

- des lésions œdémateuses et des hémorragies des organes du tractus digestif, en particulier la caillette et l'intestin grêle (entérite hémorragique) ;
- un ictère de la carcasse, visible chez les animaux ayant survécu suffisamment longtemps ;
- une autolyse, fréquente chez les fœtus, sur lesquels le virus est retrouvé dans les organes viscéraux et le cerveau, ce dernier pouvant servir à la recherche du virus en laboratoire.

Un certain nombre de maladies peuvent être confondues cliniquement avec la FVR. Il faut également ne pas perdre de vue que les conditions favorables à un foyer de FVR peuvent aussi être favorables à d'autres maladies transmises par les insectes, telles que la FCO, la maladie de Nairobi et la maladie de Wesselsbron. D'autres maladies du bétail et maladies transfrontalières, telles que la PB, la PPR, la PPCB, la PPCC et la FA, peuvent également se vérifier avec la dislocation des communautés d'exploitants et le déplacement des animaux à la suite d'inondations. L'apparition simultanée d'autres maladies peut accroître les difficultés de diagnostic (Geering et al., 2003). En y ajoutant toutes les causes d'avortement chez les ruminants, le nombre de maladies à prendre en considération dans le diagnostic différentiel de la FVR est important.

Les lésions du foie sont pathognomoniques de la FVR mais une confirmation par un diagnostic de laboratoire est conseillée, sur du sang ou du sérum pour les animaux vivants, sur des échantillons de foie, encéphale, rate, rein ou nœud lymphatique pour un animal mort, ou sur des organes d'un avorton. Le diagnostic peut consister en une recherche virale ou sérologique.

Concernant la recherche du virus, l'isolement viral par culture cellulaire, qui génère un résultat en 1 à 6 jours, est la méthode de référence et ne présente pas de risque de réaction croisée, mais nécessite une confirmation. Sinon, une RT-PCR permet de détecter les antigènes viraux en moins de 24h (AFSSA, 2008). D'autres techniques, telles que l'immunodiffusion en gélose (IDG), si la culture n'est pas possible, ou l'histopathologie permettent également d'identifier le virus de la FVR. Le test ELISA, la coloration histochimique et la PCR sont maintenant beaucoup plus largement utilisés pour la détection des antigènes du virus de la FVR que l'immunofluorescence ou l'IDG (Geering et al., 2003).

Pour la détection d'anticorps, les techniques sont multiples : inhibition de l'hémagglutination, neutralisation virale, tests ELISA, immunodiffusion, fixation du complément, immunofluorescence indirecte, ces 3 dernières étant moins utilisées. La SN est hautement spécifique, contrairement à d'autres tests où des réactions croisées avec d'autres *Phlebovirus* africains existent, et donne les résultats les plus rapides. L'ELISA est une épreuve fiable et sensible. Un ELISA de capture des IgM est à préférer car il permet le diagnostic d'une infection récente (les IgM persistent jusqu'à trois mois après l'infection), contrairement à la capture d'IgG, même si ces dernières sont produites très tôt dans l'évolution de la maladie (voir Annexe II). La SN reste le test de référence, mais présente l'inconvénient majeur de nécessiter la manipulation du virus vivant. Il est donc déconseillé de les utiliser en dehors des régions d'enzootie ou dans des laboratoires sans installation de biosécurité appropriée et sans un personnel vacciné. Le test ELISA est donc maintenant utilisé comme test de prédilection (Geering et al., 2003) d'autant plus qu'il n'existerait pas de réactions croisées avec d'autres *Phlebovirus* africains.

Récemment, un test ELISA par compétition a été développé et est disponible. Dans ce test, le sérum de l'espèce soumise au diagnostic, s'il contient des anticorps spécifiques du FVRV, interfère avec une réaction anticorps monoclonal - antigène pré-calibrée. Si ce réactif ne permet pas la distinction IgM/IgG, il permet en revanche de tester différentes espèces avec le même réactif. Ce test ELISA permet de détecter les anticorps dès quatre jours après infection ou vaccination sur certains animaux et sur la totalité des animaux à huit jours postvaccination ou infection. (Paweska et al., 2005)

5) Prophylaxie et surveillance de la maladie

La surveillance de la maladie et la prédiction d'épisodes de FVR passent par une surveillance des conditions épidémiologiques et climatiques qui pourraient permettre un développement de la maladie. La surveillance épidémiologique consiste en une recherche de l'activité virale sur des troupeaux sentinelles ou par une surveillance clinique dans les zones à risque et en une surveillance des eaux de surface (Geering et al., 2003). La surveillance climatique se fait elle à partir de données actualisées sur les précipitations et la végétation. Cette surveillance, réalisée par satellite, permet d'alerter très rapidement sur une possibilité de FVR dans une région donnée. Les différentes données collectées sont :

- l'index de couverture végétale par satellite ;
- le « Southern Oscillation Index » (SOI), qui mesure la différence de pression atmosphérique entre Tahiti (Pacifique Est) et Darwin (Pacifique Ouest). Des précipitations abondantes sont associées avec un SOI négatif ;
- le « Sea Surface Temperature » (SST) des océans Indien et Pacifique : les conditions sont normales quand le SST reste dans une fourchette de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ par rapport à la normale dans une zone donnée de l'océan ;
- le « Normalised Difference Vegetation Index » (NDVI) : mesure l'intensité de la couleur de la végétation (vert et brun). La biomasse de feuilles vertes dans une région est un indicateur de l'humidité dans le sol ;
- la durée d'ennuage par des nuages à sommets froids (Cold Cloud Duration ou CCD).

Les modèles prédictifs ont été fortement améliorés ces dernières décennies, cependant les données recueillies ne sont pas suffisantes, car, en plus d'une saison humide, il faut que le virus soit présent et que le nombre d'animaux sensibles dans la région soit élevé pour qu'une épizootie se déclenche. (Gerdes, 2004 et AFSSA, 2008)

A côté de ce suivi très moderne, des gestes simples permettent de diminuer le risque de transmission de la FVR de l'animal à l'homme : se protéger lors de la manipulation d'animaux malades ou lors de l'abattage, éviter de consommer du sang frais, de la viande et du lait crus et évidemment se protéger contre les piqûres de moustiques (AFSSA, 2008).

En ce qui concerne la prophylaxie médicale, le vaccin actuellement utilisé est un vaccin atténué, produit à partir de la souche neurotrope Smithburn. Elle est sans danger pour toutes les races de bovins, d'ovins et de caprins. Toutefois, ce vaccin est susceptible d'entraîner des malformations chez les fœtus et des avortements chez les femelles gestantes (OIE, 2005). Il n'est donc utilisé qu'au cours d'une épidémie. Ce vaccin vivant peut être utilisé dans des zones où la maladie n'est pas endémique lors d'épidémie car les bénéfices sur la santé humaine et animale sont plus importants que les risques liés à un réassortiment possible ou au regain de virulence du virus (Gerdes, 2004). Le vaccin à virus vivant est considéré comme procurant à l'animal une immunité à vie contre la maladie (OIE, 2005). Deux autres vaccins vivants sont en cours de développement : la souche MP12 et le Clone 13, dérivant de deux souches humaines (Gerdes, 2004). La souche MP12 est un immunogène efficace mais provoque, comme le vaccin atténué Smithburn, des effets abortifs et tératogènes. Quant au virus naturellement atténué Clone 13, ce serait un bon candidat vaccin (AFSSA, 2008). Un vaccin inactivé est également produit pour l'utilisation dans les zones non endémiques et sur les femelles gestantes. Cependant, du fait de sa zone d'utilisation et donc du faible contact avec le virus naturel, l'expérience sur le terrain de l'efficacité de ce vaccin est limitée (OIE, 2005). Le problème est qu'il dérive d'une souche pathogène (Gerdes, 2004) et qu'il nécessite une dose de rappel 3 à 6 mois après la vaccination initiale ainsi que

tous les ans (OIE, 2005), donc il coûte nécessairement plus cher. Enfin, un vaccin humain est produit aux USA, mais n'est destiné qu'aux personnes à risque (Gerdes, 2004).

6) Méthodes de lutte

Seul un traitement symptomatique existe chez l'animal et chez l'homme à l'heure actuelle. La prévention face à cette maladie est donc de mise. Cependant, des mesures de lutte contre la maladie peuvent être mises en place afin de minimiser ses effets ou d'éviter son expansion. Les mesures de contrôle de la maladie sont les suivantes :

- le contrôle des mouvements d'animaux : cesser toutes les importations de bétail en provenance des régions affectées et reprendre le commerce trois à six mois après la dernière trace d'infection ou lorsque le pays considère que le risque élevé a disparu (Geering et al., 2003) ;
 - la lutte contre les vecteurs, à adapter selon les insectes impliqués : utilisation de larvicides dans les sites de reproduction, destruction des gîtes larvaires ou élimination des adultes et diminution du contact avec les vecteurs (AFSSA, 2008) ;
 - la vaccination du bétail, car les animaux amplifient le virus et sont la source de nourriture des vecteurs et également car la vaccination protège les nouveau-nés, ceux qui ont le plus de risque de mourir, par l'intermédiaire du colostrum (Gerdes, 2004).
- Par contre l'abattage des animaux est à éviter, car il n'a d'intérêt que pendant la courte phase de virémie (AFSSA, 2008), et est donc d'application très difficile, et a un coût économique considérable.

4. IMPORTANCE ECONOMIQUE ET IMPACT DE LA FVR

Cette maladie a un impact à la fois sur la santé publique, de façon directe et indirecte, et sur l'économie des pays touchés. Cependant, la Fièvre de la vallée du Rift est sans contexte l'exemple le plus illustratif des arboviroses pour lesquelles l'impact économique, aussi important soit-il en médecine vétérinaire, est considéré comme secondaire comparé aux conséquences en santé humaine (Lefèvre, 2000).

Ainsi, l'impact sur la santé publique peut être très sévère, comme en Egypte en 1977 où la FVR a touché au moins 1 million de personnes et provoqué 2 000 cas cliniques dont 600 fatals et en Mauritanie en 1987, où la maladie a provoqué 120 décès dans la seule région de Rosso. D'ailleurs on peut supposer que les chiffres avancés sont sous-estimés car ce sont essentiellement les populations rurales, donc éloignées des centres hospitaliers, qui ont été atteintes. L'impact économique de la FVR en a alors été occulté.

Pourtant, la Fièvre de la Vallée du Rift a également un impact économique considérable. La mortalité animale, les avortements et la réduction drastique de la production laitière y sont pour beaucoup. Par exemple on note 60 000 avortements au Zimbabwe en 1978 et un taux d'avortement de 70 à 80 % des femelles gestantes au sein des troupeaux de ruminants en Egypte et en Mauritanie. En fait, il est sous-estimé, tout comme l'impact sur la santé publique, car il est difficile voire impossible de l'estimer pendant les silences inter-épizootiques (Lefèvre, 2000). Par ailleurs, la réglementation de l'OIE prévoit l'interdiction d'exportation de bétail d'un pays infecté de FVR durant les trois années suivant la déclaration d'un foyer. Ainsi, la première épizootie égyptienne aurait coûté \$82 millions à la filière élevage (bovins/ovins/caprins) du pays en pertes directes et indirectes (AFSSA, 2008).

Les conséquences en santé animale et en santé publique ont d'ailleurs conduit à inscrire la FVR dans la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'OIE (Gerdes, 2004).

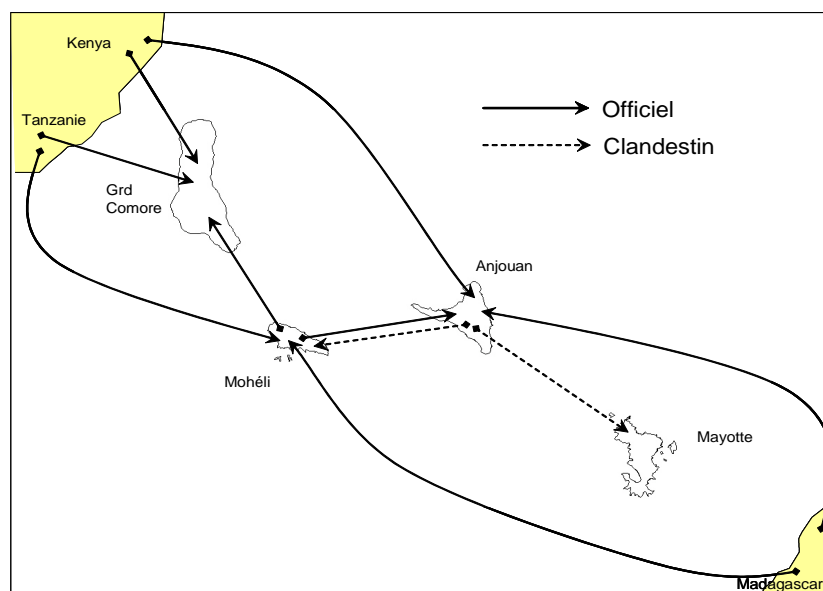
Enfin, on peut être persuadé que le virus de la FVR continuera d'avoir un impact aussi bien sur la santé animale qu'humaine sur tout le continent africain, avec un risque d'extension

vers l'Europe, l'Asie voire même l'Amérique, d'autant que des études ont démontré la haute compétence vectorielle d'espèces de moustiques en Amérique du Nord (Bird et al., 2009).

5. MOUVEMENTS D'ANIMAUX DANS LA REGION

L'Union des Comores a importé des bovins de Tanzanie et du Kenya ainsi que des petits ruminants de Madagascar au cours des années 2002 à 2006 durant lesquelles des épizooties de FVR ont sévi dans ces trois pays de provenance (Rakotoharinome et Maillard, 2006). Ces échanges existent toujours, surtout en provenance de Tanzanie (Direction générale de la Santé, 2008). Cependant, un accord entre ce pays et les Comores a été signé récemment. Il y est stipulé que les animaux de Tanzanie doivent effectuer une quarantaine avant d'être exportés vers les Comores et ne partent que si les services vétérinaires tanzaniens ont établi un certificat mentionnant l'absence de signes cliniques de FVR. L'existence du certificat est vérifié à l'arrivée du bateau à Moroni par un technicien vétérinaire du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement, habilité pour cette inspection. Ainsi, malgré l'absence de Services Vétérinaires aux Comores, le pays essaie de se protéger de l'introduction de la maladie en faisant respecter les règles du Code Sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE aux pays exportateurs. En ce qui concerne Madagascar, il n'existe que peu d'informations officielles sur les échanges de bétail. Récemment, les dernières exportations concernent des bateaux contenant du bétail à destination des Comores. Or l'importation de viande ou d'animaux vivants à partir de Madagascar constitue un risque, variable selon la zone de provenance (FAO, 2008). Enfin, les exportations d'animaux, légales et illégales, entre les 3 îles qui constituent le pays, mais également vers Mayotte, sont nombreuses. Ces flux, pour lesquels il n'existe aucun contrôle, sont un problème majeur car ils contribuent certainement à disséminer l'infection dans tout l'archipel des Comores. Tous ces flux sont présentés figure 3.

Figure 3 : Flux régionaux d'animaux entre les îles de l'Union des Comores, Mayotte, Madagascar et les pays de la Côte Est africaine (Rakotoharinome et Maillard, 2006)



6. CONCLUSION

La Fièvre de la Vallée du Rift est une zoonose d'importance majeure qui pourrait jouer un rôle encore plus important dans les années à venir et dans des régions non encore touchées, à cause du grand nombre de vecteurs potentiels et du réchauffement climatique. Il est donc impératif de continuer les recherches sur cette maladie et plus particulièrement dans les pays où il n'existe aucune donnée, afin de connaître plus précisément son étendue et les différents systèmes épidémiologiques dans lesquels la FVR peut apparaître et se disséminer.

Toutes ces données épidémiologiques récentes sur la maladie et sur les mouvements d'animaux vers les Comores laissent supposer que la FVR a circulé voire même circule actuellement dans le pays. L'importation à grande échelle de ruminants à partir de Tanzanie, même si une quarantaine est supposée être réalisée avant le départ, ainsi que les épizooties récentes dans la région, la suspicion du passage du virus en 2007 sur l'île de la Grande Comore et enfin la découverte d'une circulation du virus à Mayotte expliquent la réelle nécessité d'une étude particulière sur cette maladie dans l'Union des Comores. Cette étude permettra enfin d'éclaircir la situation, passée comme présente, de la FVR dans ce pays. De plus, elle permettra d'acquérir des données nécessaires à une future analyse de risque d'introduction et de dissémination de la pathologie dans l'archipel, et de sensibiliser les acteurs de la santé humaine sur le sujet.

II. ETUDE DE LA FVR AUX COMORES

1. OBJECTIFS

L'objectif principal du stage est de réaliser une étude épidémiologique de la FVR sur les 3 îles des Comores.

Afin de réaliser cet objectif, le travail a été subdivisé en 3 sous-objectifs :

1) Etude du statut sanitaire des ruminants vis-à-vis de cette pathologie par la mesure de la prévalence de FVR dans les troupeaux de petits ruminants et bovins sur les 3 îles et par une recherche de circulation actuelle du virus sur l'île de la Grande Comore ;

2) Epidémiologie descriptive d'une zone de circulation de FVR et de transmission de la maladie sur la Grande Comore ;

3) Détermination et identification des insectes (vecteurs potentiels de la FVR) présents dans une zone jugée à haut risque.

2. MATERIEL ET METHODE

1) Etude de la prévalence de la FVR aux Comores

a) Description de la zone étudiée

Les 3 îles qui constituent le pays sont très différentes sur de nombreux points. Ci-après vont donc être présentées ces différences.

En ce qui concerne le relief, l'île de Grande Comore comporte deux massifs montagneux, ceux du Karthala et de la Grille, reliés par un passage culminant à une altitude d'environ 500 m (Ministère de l'Agriculture des Comores, 2009). Dans le Sud se trouve le plateau de Mbadjini, d'une altitude moyenne située entre 400 et 500 m. Cette île possède des plaines côtières entourant la dorsale montagneuse allongée du nord au centre (Ouledi, 2003). L'île de Mohéli est la moins élevée de l'archipel, son point culminant s'élevant à 790 m (Ministère de l'Agriculture des Comores, 2009). Elle est constituée par un plateau situé entre 100 et 300 m d'altitude, entouré de plaines côtières. Une dorsale montagneuse, haute de 500 mètres environ, parcourt l'île sur les 2/3 de sa longueur. De nombreux ruisseaux et torrents descendent de ces reliefs (Ouledi, 2003). L'île d'Anjouan est très montagneuse avec des pentes très fortes (Ministère de l'Agriculture des Comores, 2009). Elle forme une pyramide à base triangulaire à partir du Mont M'tingui. L'île est divisée en 3 bassins versants à partir de ce Mont. Les plaines côtières sont rares et toujours exiguës. Quelques rivières et des cours d'eau permanents, alimentés par les sources en hauteur, dévalent les flancs raides des montagnes ainsi que les parois abruptes des cirques (Ouledi, 2003). (Voir Annexe VI).

Au niveau pédologique, la Grande Comore est très particulière. Elle est volcanique et donc constituée essentiellement de roches poreuses, qui laissent filtrer l'eau. Par conséquent, il n'y a pas de rivière ni de puits sur l'île qui pourraient fournir l'eau. De plus, il n'existe quasiment pas de mares temporaires où l'eau stagne plus de quelques jours après un épisode de pluies intenses. Par opposition, les deux autres îles ont un réseau hydrographique développé. En plus des rivières, Mohéli possède des lacs et des étangs au niveau du plateau, car son sol peu perméable permet leur formation. Il est important de noter que la totalité de la population humaine de cette île vit en-dessous de 300 m d'altitude, c'est-à-dire dans les plaines côtières et sur le plateau, ce qui a une répercussion sur la répartition de la population des ruminants domestiques.

Par contre le climat est quasiment le même sur les trois îles. La pluviométrie augmente avec l'altitude et varie entre les zones sous le vent, généralement les côtes Est de chaque île, moins humides, et les zones au vent (voir Annexe VII). Les températures moyennes varient également en fonction de l'altitude : élevées sur les côtes (25-26°C), elles sont plus fraîches au-dessus de 500 m (21-22°C) (Blanchy et al., 1999).

Les différences présentées se répercutent sur la couverture végétale, abondante sur Anjouan et Mohéli, moins sur la Grande Comore, ainsi que sur la variété des écosystèmes rencontrés :

- un écosystème de type littoral (mangroves, herbiers, coraux...), sur la bande côtière comprise entre 0 et 200 m, le plus souvent caractérisé par un climat sec ;
- un écosystème de type steppe et savane arbustive entre 200 et 500 m, principalement orienté vers les cultures de rente ;
- un écosystème de type forêt, retrouvé en zone haute sur les trois îles : forêt de la Grille et du Karthala en Grande Comore, forêt humide de la crête de Mohéli et les sommets forestiers à Anjouan. (Ministère de l'Agriculture des Comores, 2009)

b) Echantillonnage et prélèvements

Pour déterminer le statut sanitaire des ruminants vis-à-vis de la FVR, des prélèvements sanguins sur bovins, caprins et ovins ont été réalisés dans des élevages répartis sur les 3 îles. Les animaux prélevés étaient de tous âges, mais plus d'adultes car l'analyse de laboratoire consiste en la recherche d'IgG par ELISA. Il fallait également éviter de prélever des animaux qui pouvaient encore être sous la protection maternelle, c'est-à-dire âgés de moins de 5 mois. Suite à une réunion avec la FNAC (figure 4), dans laquelle le projet et le but du stage ont été présentés, le calendrier d'activités a été défini : 2 jours de prélèvements pour chacune des 7

régions constituant la Grande Comore, une semaine sur l'île d'Anjouan et 3 jours pour Mohéli.

Figure 4 : Réunion avec la FNAC le 9 mai



L'échantillonnage a été réalisé au hasard parmi les élevages de ruminants, avec le concours de la FNAC et des techniciens vétérinaires qui travaillent sur le terrain. Ces élevages étaient eux-mêmes regroupés en grappes, ces dernières étant les différentes régions qui constituent les îles. Le nombre de prélèvements devait être pondéré en fonction de l'effectif total de chaque espèce de ruminants sur l'île donnée et même par région. Les prélèvements ont été réalisés sur 14 jours sur l'île de Grande Comore, sur 6 jours pour l'île d'Anjouan, avec 2 journées pour la région de Ouani et une journée pour les autres régions, et uniquement sur 2 jours sur l'île de Mohéli, suite au décalage du vol Anjouan – Mohéli à cause de l'accident d'avion aux abords de la Grande Comore fin juin. La localisation géographique des élevages dans lesquels les prélèvements ont été réalisés est présentée en Annexe VIII.

Au total, sur l'île de Grande Comore, 274 ruminants, consistant en 128 bovins, 141 caprins et 5 ovins, ont été prélevés. Ce qui fait une moyenne de 39 dans chacune des 7 régions. En ce qui concerne l'île d'Anjouan, 195 ruminants, répartis en 47 bovins, 118 caprins et 30 ovins, ont été prélevés. Ce qui fait également une moyenne de 39 dans chacune des 5 régions. Enfin, pour l'île de Mohéli, 49 ruminants, répartis en 24 bovins, 15 caprins et 10 ovins, ont été prélevés. Ce qui fait une moyenne de 12 dans chacune des 4 régions. La moyenne par région pour Mohéli est plus faible que celle des 2 autres îles, ce qui correspond à un effectif total beaucoup plus faible. Le détail des prélèvements par région et par espèce est donné dans le tableau 4.

Ces prélèvements ont été centrifugés en très grande partie au laboratoire vétérinaire du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement, à Mdé, et au laboratoire de l'hôpital Hombo, à Moutsamoudou, pour une partie de ceux prélevés à Anjouan. Le sérum a ensuite été séparé en 2 alicots, eux-mêmes transférés dans 2 cryotubes différents. L'un a été envoyé au laboratoire d'analyses vétérinaires de Mayotte pour une recherche d'IgG anti-FVRV par un test ELISA d'inhibition (voir protocole en Annexe IX). L'autre tube, qui devait être transporté jusqu'à la Réunion, via Mayotte, sans décongélation, afin d'y être stocké, est finalement resté au congélateur à Mayotte.

Des questions sur les animaux prélevés ainsi que sur l'élevage en lui-même étaient posées aux propriétaires. Les données, répertoriées sur des fiches de prélèvement (Annexe X), ont servi à établir une succincte typologie d'élevage, ainsi qu'à estimer la prévalence de la FVR en fonction de différents facteurs (espèce, race, sexe, âge...).

Tableau 4 : Répartition des prélèvements par région et par espèce sur les 3 îles des Comores

Ile	Région	Bovins	Caprins	Ovins	Total
GRANDE COMORE	Mbadjini Ouest	22	15	0	37
	Mbadjini Est	12	24	0	36
	Mitsamiouli – Mboude	34	14	2	50
	Itsandra	17	22	0	39
	Hamahamet – Mboinkou	26	20	1	47
	Oichili – Dimani	8	17	1	26
	Bambao – Hambou	9	29	1	39
	TOTAL	128	141	5	274
ANJOUAN	Moutsamoudou	8	31	2	41
	Sima – Pomoni	10	25	1	36
	Domoni	8	18	8	34
	Nioumakele	12	16	11	39
	Ouani	9	28	8	45
	TOTAL	47	118	30	195
MOHELI	Nioumachoua	6	4	7	17
	Djandro	8	6	3	17
	Miringoni	6	4	0	10
	Fomboni	4	1	0	5
	TOTAL	24	15	10	49
TOTAL		199	274	45	518

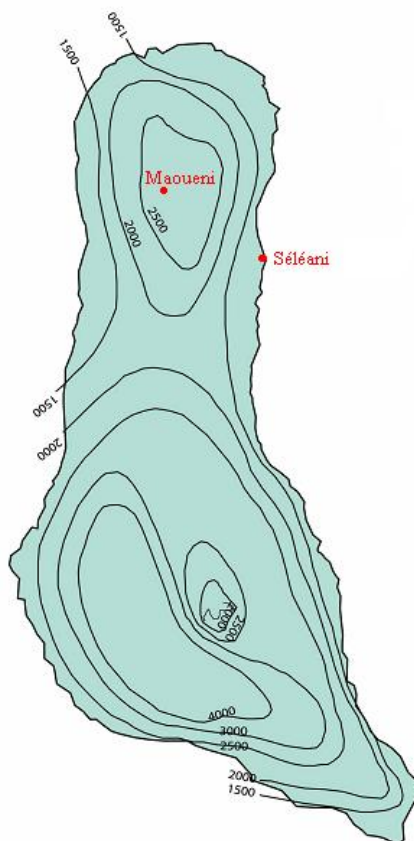
2) Suivi des animaux dans 2 villages de Grande Comore

a) Choix et description des zones étudiées

Deux zones jugées à risque élevé de contamination et de transmission de la maladie sur l'île de Grande Comore, c'est-à-dire deux régions où le nombre de ruminants domestiques est élevé, où le virus est supposé être présent (cas d'avortements assez récents) et où l'environnement est propice au développement des insectes vecteurs, ont été soumises à une étude plus approfondie. Suite à une discussion avec les techniciens vétérinaires de l'île, 2 zones différentes ont été sélectionnées : une zone d'altitude, représentée par le village de Maoueni, dans la région de Mboudé, et une zone côtière, dans la région d'Hamahamet : le village de Séléani.

Ces deux villages diffèrent donc au niveau climatique, du fait de leur situation géographique. La température au cours de l'étude se situait vers 20°C dans le village d'altitude, situé entre 550 et 600 m et au-dessus de 25°C sur la côte. La zone côtière Est, où se situe Séléani, est la moins arrosée de l'île. Les isohyètes moyennes annuelles y sont comprises entre 1000 et 1500 mm, alors qu'elles sont supérieures à 2500 mm à Maoueni (Voir figure 5). Ces précipitations plus abondantes et les températures plus fraîches semblent favorables au développement des insectes hématophages en altitude, tout au moins à la période à laquelle l'étude a été réalisée.

Figure 5 : Isohyètes en Grande Comore et situation des 2 villages (adapté de Ouledi, 2003)



Ces villages diffèrent également par les points d'eau où les vecteurs peuvent potentiellement se développer. Du fait qu'il n'existe ni rivière, ni puits, les habitants récoltent l'eau de pluie dans des citernes (figure 6), plus ou moins bien couvertes, comme à Séléani, où il existe aussi une mare temporaire (figure 6), dans la forêt, à environ 250 mètres du village. Cependant, il est à noter que les citernes peuvent s'assécher lors de la saison sèche car les précipitations sont vraiment faibles à cette époque. Par contre, à Maoueni, il existe un seul point d'eau situé hors du village, correspondant à l'arrivée d'une source, où tous les villageois vont puiser leur eau, faire la lessive et même se laver. Dans les 2 villages, les ordures se trouvent partout à terre, faute de ramassage des déchets, donc l'eau peut s'accumuler dans des canettes, pneus ou tout autre récipient (Sang et al., 2008). Il est important de noter qu'aucun animal n'a accès à ces points d'eau pour s'abreuver.

Figure 6 : Citerne dans le village de Séléani et mare temporaire située non loin du village



La végétation trouvée dans et autour des deux villages est également différente : une forêt abondante constituée d'arbres xérophiles, c'est-à-dire qui vivent dans des milieux

pauvres en eau, entoure Séléani, alors que la forêt trouvée en altitude est composée d'arbres hydrophiles, qui peuvent s'y développer grâce aux précipitations, plus abondantes et plus étalées sur l'année. La forêt côtière constitue une couche verdoyante et apporte l'ombre et la fraîcheur nécessaires au développement et au maintien des insectes adultes pendant la saison des pluies. Par contre, leur état se détériore petit à petit au cours de la saison sèche, alors qu'à Maoueni, la pluviométrie, associée à la fraîcheur, est suffisante pour conserver une végétation abondante et verdoyante tout au long de l'année. Ces deux types de forêt constituent donc des lieux propices au développement d'insectes vecteurs d'arboviroses, avec des variations au cours des saisons.

Enfin, des différences existent aussi au niveau de l'élevage : uniquement des petits ruminants à Séléani, alors qu'il est plus diversifié à Maoueni, avec de nombreux bovins.

b) Echantillonnage et prélèvements

Dans ces zones, des prélèvements, sur des animaux les plus jeunes possible (mais de plus de 5 mois) afin d'obtenir le moins possible de positifs dès le premier test, devaient être répétés tous les mois, donc 3 fois en tout. Ainsi la recherche de séroconversion d'un animal parmi ceux prélevés devait permettre de mettre en évidence une circulation du virus de la FVR. L'objectif du nombre d'animaux à prélever et à suivre était de 30 dans chaque village afin de détecter une séroconversion avec un niveau de confiance de 95 % si l'incidence minimale de la maladie était de 10 %. Le choix des animaux à prélever s'est fait en concertation avec une personne du village qui connaissait bien les éleveurs à Maoueni et avec le chef du village à Séléani, après avoir expliqué comment l'étude allait se dérouler et les objectifs à atteindre. Les animaux prélevés lors de la première campagne, 22 à Maoueni et 30 à Séléani, ont été identifiés à l'aide de cordelettes afin de faire un suivi rigoureux, en limitant les pertes d'animaux entre chaque passage.

Le nombre d'animaux prélevés à chaque campagne ainsi que les dates de prélèvements sont reportés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Dates des prélèvements et nombre d'animaux prélevés à chaque campagne

Village	Première campagne		Deuxième campagne		Troisième campagne	
	Date de prélèvement	Nombre d'animaux prélevés	Date de prélèvement	Nombre d'animaux prélevés	Date de prélèvement	Nombre d'animaux prélevés
Maoueni	27/05/09	22	17/06/09	7	15/07/09	11
Séléani	28/05/09	30	21/06/09	9	19/07/09	0

On peut y constater une grande différence du nombre d'animaux prélevés entre la première campagne et les 2 autres. Finalement, 5 animaux seulement ont été prélevés 3 fois, tous à Maoueni, et 18 l'ont été 2 fois.

Tout comme les échantillons prélevés pour l'évaluation de la prévalence de la maladie, ceux-ci ont été centrifugés et le sérum prélevé, selon le même protocole, au laboratoire vétérinaire du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement, avant d'être envoyés vers Mayotte pour l'analyse et le stockage.

Dans les deux zones choisies, un questionnaire (voir Annexe XI), élaboré pendant mon séjour au CRVOI, avant le départ sur le terrain aux Comores, a été soumis aux éleveurs visités afin de recueillir des informations nécessaires à l'étude épidémiologique de la transmission de

la FVR sur l'île de Grande Comore. Ces informations ont permis de décrire une zone jugée à haut risque de transmission, aussi bien au niveau de la constitution des élevages qu'au niveau de l'environnement propice au développement des vecteurs potentiels (eau et végétation dans leur forme, leur densité ..., altitude), et donc susceptible d'être une zone d'établissement de FVR sur l'île.

3) Piégeage d'insectes dans les 2 villages

Toujours dans les deux zones cibles, 3 campagnes de piégeage de moustiques ont été réalisées à l'aide de pièges CDC-light (3), de pièges à stomoxes (3) et de pièges BG-sentinel (3) avec attractif chimique seul (Annexe XII). Chaque campagne devait se dérouler sur 3 jours consécutifs, aux environs de la nouvelle lune, c'est-à-dire autour du 24 mai, du 22 juin et du 22 juillet, afin de minimiser les effets météorologiques et ceux de la lune. Cependant, des problèmes concernant le matériel m'ont empêché de suivre ce calendrier : ainsi la première campagne ne s'est déroulée que sur 24 h, puis les 2 autres sur 48 h, légèrement décalées par rapport à la nouvelle lune. De toutes façons, la troisième campagne ne pouvait être centrée sur la nouvelle lune car mon départ des Comores était prévu pour le 22 juillet. Pour les pièges CDC-light, une stratification en fonction de la hauteur des pièges et de la distance de ces pièges par rapport aux élevages devait être réalisée, mais le vol d'une partie du matériel a interrompu cette partie de l'étude.

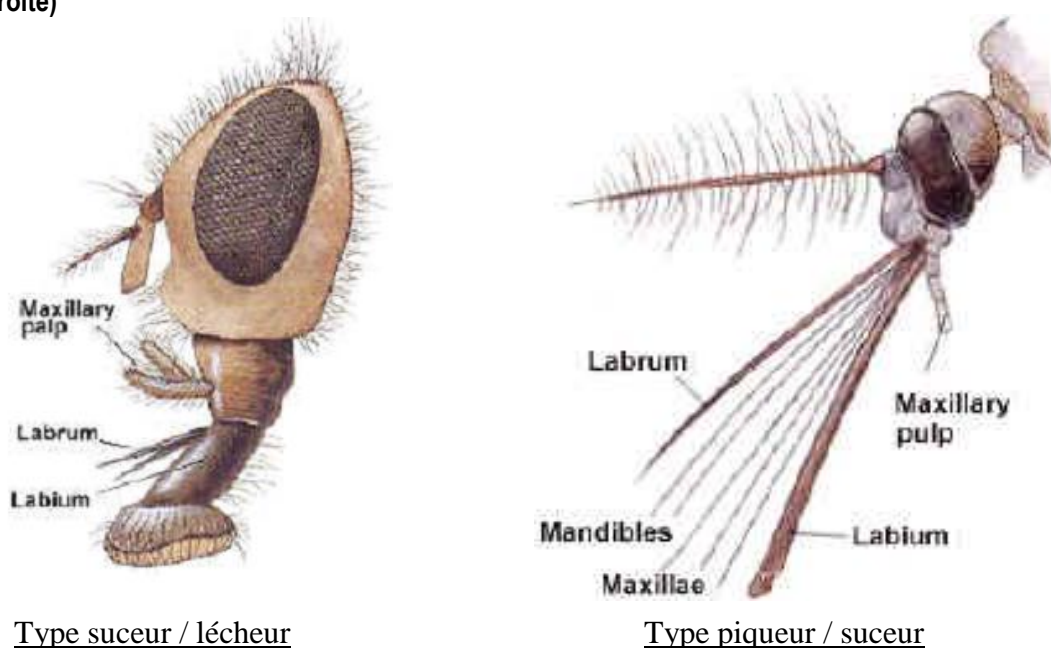
Les pièges BG et CDC (figure 7) ont été posés dans des endroits considérés comme très propices au développement de vecteurs connus à ce jour (surtout *Aedes* et *Culex*), c'est-à-dire aux abords de points d'eau, quand il y en avait, mais surtout dans des lieux où la végétation était abondante (sous-bois) et les pièges à stomoxes à proximité d'animaux, ou alors directement dans les lieux où les animaux passaient la nuit. Le nombre de lieux différents où les pièges ont été posés a été limité à 3, faute de matériel (batteries). Dans le village de Maoueni, les sites choisis pour poser les pièges ont été le point d'eau du village, où arrive l'eau de la source, un petit élevage de chèvres placé au milieu du village, entre les maisons, et enfin en bordure de village, au milieu d'une végétation constituée de bananiers essentiellement. A Séléani, l'absence d'eau de surface et la configuration du village en lui-même m'amenèrent à choisir des lieux différents : toujours un élevage de chèvres, cette fois plus excentré, un site aux abords de la forêt, en hauteur, mais toujours dans le village, et un site vers la mer, les pièges étant placés à proximité de citernes ou de lieux où des animaux vivaient.

Figure 7 : Piège CDC-light (à gauche) à Séléani et piège BG-sentinel (à droite) à Maoueni, en place



Les insectes capturés ont été placés le plus rapidement possible dans des pots de prélèvements. Puis ils ont été transférés dans des tubes de 2 ml, et conservés dans l'alcool à 95°, au réfrigérateur, jusqu'à la fin du stage aux Comores. L'étape suivante, à La Réunion, consista en un tri sommaire, afin de séparer les insectes hématophages, des non-hématophages. Cette étape a été réalisée en collaboration avec une entomologiste présente au CRVOI. La séparation s'est faite sur des critères simples : existence d'un appareil buccal de type piqueur pour les hématophages et de type lécheur pour les non-hématophages (figure 8). Ensuite une identification plus précise, par famille et sous-famille, des insectes hématophages a été réalisée par l'entomologiste sur place. De plus, tous les diptères capturés ont été comptés. Ces informations ont été enregistrées pour chacun des pièges posés et à chacune des dates de capture, afin de pouvoir comparer le piégeage dans les 2 villages et pour chaque campagne.

Figure 8 : Dessins des pièces buccales d'insectes non-hématophages (à gauche) et hématophages (à droite)



3. RESULTATS

1) Description de l'élevage aux Comores

Les animaux recensés dans tout le pays, dans les élevages où on a effectué les prélèvements, permettent de conclure sur la taille des « troupeaux ». Les données, répertoriées dans le tableau 6, indiquent que la moitié des élevages sont composés de 4 animaux ou moins sur les îles d'Anjouan et Grande Comore, alors qu'ils sont de taille plus grande à Mohéli.

Tableau 6 : Taille des troupeaux de ruminants aux Comores, par île

Ile	Moyenne	Minimum	Médiane	Maximum
Grande Comore	5,33	1	4	47
Anjouan	6,15	1	4	36
Mohéli	10,04	1	7,5	36

Les détails présentés dans le tableau 7 montrent que plus de la moitié des propriétaires ont moins de 5 animaux de chaque espèce, avec un peu moins de jeunes que d'adultes, et ce quelle que soit l'espèce de ruminant concernée.

Tableau 7 : Détails sur la constitution des troupeaux par espèces de ruminants aux Comores

Animaux		Moyenne	Minimum	Médiane	Maximum
Bovins	Jeunes	2,15	1	2	11
	Adultes	3,41	1	2	20
Ovins	Jeunes	2,5	1	2	5
	Adultes	4,09	1	2,5	18
Caprins	Jeunes	2,57	1	2	12
	Adultes	3,64	1	2	40

L'élevage de ces ruminants se fait, pour la très grande majorité (78 %), au piquet, c'est-à-dire que les animaux sont attachés par une corde plus ou moins longue à un arbre ou tout autre objet permettant leur attache (figure 9). Ainsi, ils pâturent la végétation à laquelle ils ont accès autour du point d'attache. Et les propriétaires les changent de lieu d'attache le plus souvent possible pendant la saison sèche.

Figure 9 : Vaches au piquet, attachées à des cocotiers



Pendant la saison des pluies, ceux qui le peuvent gardent leurs animaux à proximité de leur maison. Le reste des animaux soit divaguent, dans ou autour des villages, soit sont maintenus dans des enclos où l'éleveur leur apporte la nourriture, soit pâturent sur les plateaux en Grande Comore. Enfin, certains, parmi les animaux qui sont rentrés la nuit, ont accès à un abri.

L'alimentation de ces animaux n'est pas très riche : ils broutent la végétation présente. Les éleveurs complètent parfois cette alimentation par un apport extérieur de végétaux différents ou de morceaux de tronc de bananiers (figure 10) qu'ils coupent eux-mêmes.

Peu de soins sont apportés aux animaux, les propriétaires hésitant à dépenser de l'argent dans ce domaine. Ainsi ils appellent les techniciens vétérinaires seulement quand l'animal est très mal en point. Au niveau prophylactique, seule une vaccination contre le charbon symptomatique a été mise en place suite au passage de la maladie en 2007.

Figure 10 : Complémentation par des morceaux de tronc de bananiers



2) Estimation de la prévalence de FVR

Les résultats d'analyses obtenus donnent une estimation de la prévalence apparente de la FVR aux Comores de 33,4 %, avec un intervalle de confiance à 95 % de [29,2 ; 37,6]. De plus, l'utilisation du logiciel de statistiques R nous a permis de calculer la prévalence selon différents critères. Tous les résultats sont synthétisés dans le tableau 8.

Des différences sont à noter :

- entre les îles, il existe une différence significative ($p < 0,05$), surtout due à la différence entre Anjouan et Mohéli, très significative ($p < 0,01$) ;
- entre les régions de Grande Comore, on observe une différence très significative ($p < 0,001$). Ceci est dû aux prévalences trouvées dans les régions de Oichili-Dimani, 57,7 %, et de Mbadjini Est, 55,6 %, bien plus élevées que dans les autres régions. Ces 2 régions sont situées dans les parties Est et Sud-Est de l'île ;
- en fonction du sexe, il existe aussi une différence significative ($p < 0,05$), avec une prévalence plus élevée chez les femelles ;
- la différence est très significative entre les 2 catégories d'âge ($p < 0,001$). Les adultes sont 5,34 fois plus touchés, avec un intervalle de confiance pour cet odd ratio de [3,0 ; 9,6]. Les animaux ont été classés en jeunes et adultes, car, pour une grande partie des animaux, les éleveurs ne connaissaient pas l'âge exact. Les 2 classes ont été constituées comme suit : les adultes correspondent aux bovins de plus de 3 ans (> 1100 jours) et aux petits ruminants de plus de 450 jours, c'est-à-dire 15 mois ;
- en fonction de l'altitude, 3 catégories ont été constituées en fonction des différents écosystèmes trouvés aux Comores, avec des altitudes de séparation de 200 m et 500 m. Il est à noter que l'altitude de prélèvement maximale est de 860 m. Aucune différence significative n'a été obtenue. Cependant, on observe quand même des différences entre les strates, avec une prévalence maximale à une altitude moyenne et une minimale au-dessus de 500 m.

Tableau 8 : Prévalence apparente globale de la FVR aux Comores et prévalences en fonction de différents facteurs

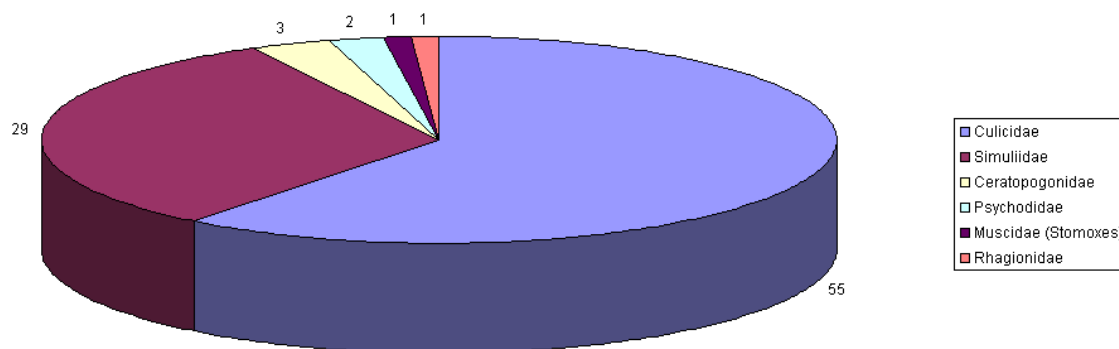
		Nombre de prélèvements	Prévalence (%)	Précisions (%)		Intervalle de confiance à 95 %
				absolue	relative	
Union des Comores		518	33,4	4,2	12,6	[29,2 ; 37,6]
Ile	Grande Comore	274	35,1	5,8	16,5	[29,3 ; 40,9]
	Anjouan	195	26,6	6,8	25,6	[19,8 ; 33,4]
	Mohéli	49	47,9	14,6	30,5	[33,3 ; 62,5]
Région	Mbadjini Est	36	55,6	16,8	30,2	[38,8 ; 72,4]
	Mbadjini Ouest	37	44,4	16,8	37,8	[27,6 ; 61,2]
	Itsandra	39	17,9	12,4	69,3	[5,5 ; 30,3]
	Mitsamiouli – Mboude	50	22,4	12,0	53,6	[10,4 ; 34,4]
	Hamahamet – Mboinkou	47	28,3	13,4	47,3	[14,9 ; 41,7]
	Oichili – Dimani	26	57,7	19,8	34,3	[37,9 ; 77,5]
	Bambao - Hambou	39	33,3	15,2	45,6	[18,1 ; 48,5]
Espèce	Bovine	199	32,1	6,6	20,6	[25,5 ; 38,7]
	Caprine	274	33,1	6,0	18,1	[27,1 ; 39,1]
	Ovine	45	41,5	15,6	37,6	[25,9 ; 57,1]
Race	Locale	428	34,3	4,8	14,0	[29,5 ; 39,1]
	Croisée	67	35,0	12,4	35,4	[22,6 ; 47,4]
	Importée	22	13,6	15,0	100	[0 ; 28,6]
Sexe	Femelle	368	36,4	5,2	14,3	[31,2 ; 41,6]
	Mâle	147	26,6	7,6	28,6	[19,0 ; 34,2]
Age	Jeune	128	12,2	6,0	49,2	[6,2 ; 18,2]
	Adulte	351	42,6	5,4	12,9	[37,2 ; 48,0]
Altitude	Côte (< 200 m)	163	32,1	7,4	23,1	[24,7 ; 39,5]
	Moyenne	212	39,2	7,0	17,9	[32,2 ; 46,2]
	Haute (> 500 m)	92	26,7	9,4	35,2	[17,3 ; 36,1]

3) Données entomologiques

Les différentes campagnes de piégeage d'insectes ont permis de capturer quelques 2859 diptères, dont 82 hématophages. Cela correspond à une proportion d'insectes hématophages de seulement 3 %.

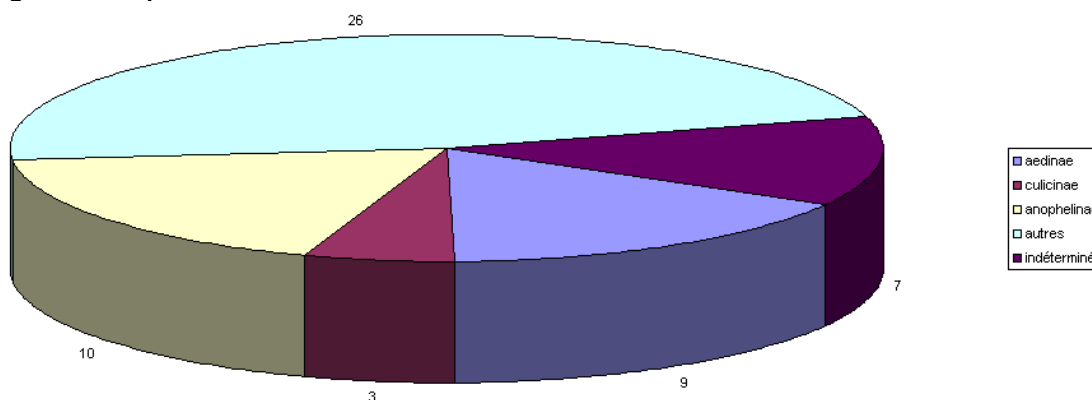
Ces diptères hématophages appartiennent à 6 familles différentes : *Culicidae*, *Simuliidae*, *Ceratopogonidae*, *Psychodidae*, *Muscidae* et *Rhagionidae*, dans l'ordre décroissant de la quantité piégée. Il est à signaler que le seul représentant de la famille des *Muscidae* est un stomoxe. Le nombre d'hématophages capturés par famille est présenté dans la figure 11.

Figure 11 : Répartition des hématophages en différentes familles



Enfin, parmi les *Culicidae*, nous avons pu différencier 3 sous-familles : *Aedinae*, *Culicinae* et *Anophelinae*. Le détail du nombre de *Culicidae* capturés par sous-familles est présenté dans la figure 12.

Figure 12 : Répartition des Culicidae en sous-familles



Il est important de noter que le nombre de diptères piégés et également le nombre d'hématophages est 2 fois plus élevé à Maoueni, donc dans un village d'altitude (550 m), qu'à Séléani, sur la côte.

4) Epidémiologie descriptive

Une comparaison des prévalences dans les deux zones a été réalisée. Aux jeunes animaux prélevés dans chaque village ont été ajoutés les adultes prélevés dans chacune des régions où se situent ces villages : Mboudé pour Maoueni et Hamahamet pour Séléani. Les résultats sont présentés dans le tableau 9.

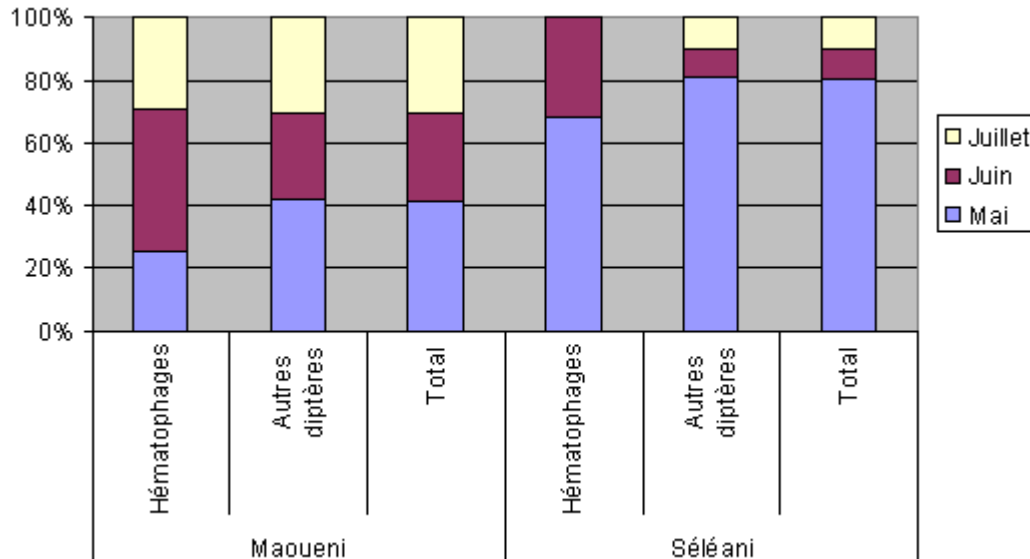
Tableau 9 : Prévalence en FVR en fonction de l'altitude en Grande Comore

Village	Nombre de prélèvements	Prévalence (%)	Précisions (%)		Intervalle de confiance
			absolue	Relative	
Maoueni	41	14,6	11,2	76,7	[3,4 ; 25,8]
Séléani	43	14,0	10,6	75,7	[3,4 ; 24,6]

Les prévalences obtenues dans les 2 villages semblent identiques, malgré les différences décrites dans la partie « matériel et méthodes ».

Par contre, une différence a été notée dans les résultats entomologiques, avec plus d'insectes capturés à Maoueni, en altitude. A cela, il faut ajouter une diminution du nombre de diptères piégés, hématophages ou non, au cours des campagnes, et ce de façon beaucoup plus nette à Séléani (figure 13).

Figure 13 : Pourcentages cumulés d'insectes capturés à chaque campagne, pour chaque village



La première campagne de piégeages, fin mai, où le nombre d'insectes capturés est le plus grand, se situe peu de temps après la fin de la saison des pluies. Par contre, les campagnes suivantes ont été réalisées à des périodes beaucoup plus sèches, surtout à Séléani, où il n'a pas du tout plu au cours des mois de juin et juillet. Cela montre que les générations d'insectes potentiels vecteurs de la FVR se renouvellent mieux en altitude pendant la saison sèche, du fait de la persistance de flaques d'eau plus longtemps au cours de l'année, alors qu'au niveau de la côte, les réserves en eau s'assèchent. Par contre, lors de la saison des pluies, ces différences observées s'atténuent certainement, du fait du remplissage des citernes et de tous les récipients trouvés à terre, potentiels gîtes pour le développement des vecteurs.

Enfin, en ce qui concerne le suivi sérologique des ruminants, un seul animal a séroconverti, à Séléani, entre les 2 prélèvements réalisés le 28 mai et le 21 juin. Cette unique séroconversion n'est pas suffisante pour conclure que cette zone est une zone particulière de circulation virale. Elle permet seulement de conclure que le virus de la FVR a circulé sur l'île, certainement en début de saison sèche, période où les vecteurs étaient encore présents en nombre.

4. DISCUSSION

1) Méthodologie

Différents problèmes ont émaillé le travail sur le terrain.

Tout d'abord, se pose le problème de la représentativité de l'échantillon d'animaux prélevés. Comment savoir à quel point cet échantillon correspond à la population quand les effectifs totaux et la répartition des animaux sont inconnus ? Ainsi, il a fallu faire confiance aux personnes travaillant dans le secteur agricole sur place pour réaliser un nombre de prélèvements par espèce s'approchant au maximum des proportions réelles de chaque espèce

dans l'effectif total de ruminants. Il en a été de même pour la répartition des prélèvements en fonction des régions sur chaque île. Finalement, quelle est la valeur réelle de la prévalence ? Peu importe dans le cadre de mon stage, car le but était de mettre en évidence la circulation du virus de la FVR aux Comores, et savoir dans quelles zones se trouvaient les animaux positifs, ce qui n'avait jamais été fait auparavant.

Ensuite, viennent les problèmes de terrain concernant les prélèvements, souvent liés au fait que l'étude se réalisait dans un pays en développement. Tout d'abord, nous avons rencontré divers problèmes pour réaliser la répétition des prises de sang nécessaires à la recherche de séroconversion dans les deux villages. Ainsi, la grande différence du nombre d'animaux prélevés entre la première campagne et les deux autres peut s'expliquer par le manque de coopération des propriétaires des animaux. A Séléani, des problèmes personnels (maladie) ont également eu une répercussion sur le nombre de prélèvements lors de la deuxième campagne et l'absence de prises de sang en juillet s'explique par une appréhension totale des villageois envers cet acte vétérinaire, malgré les explications fournies : ils avaient l'impression que les prises de sang réalisées traumatisaient leurs animaux ; cette appréhension a été impossible à lever. A cela il faut ajouter un certain manque d'implication de mon équipe quant à ces prélèvements. Le deuxième type de problème se situe au niveau des prélèvements dans tout le pays : malgré la demande de regroupement des animaux dans les villages, nous avons été obligés de parcourir plusieurs kilomètres à pied par jour pour réaliser les prélèvements, ce qui, associé à la chaleur, était très épuisant. Cela a eu une répercussion sur mon état de santé et certainement aussi sur mon efficacité et mon discernement dans le travail. Le fait d'avoir de longues journées sur le terrain posait aussi le problème de la conservation des échantillons au froid, dans la glacière, d'autant plus que la chaîne du froid était un sérieux problème, même au laboratoire vétérinaire. Les coupures d'électricité au ministère étaient assez fréquentes, donc il n'était pas toujours possible de centrifuger les tubes dès mon retour du terrain et les sérums, une fois congelés, n'étaient pas sûrs de le rester jusqu'à leur envoi vers Mayotte pour analyse.

Par contre, la technique utilisée pour la recherche d'anticorps, un test ELISA de compétition, est éprouvée (Voir Annexe IX). La sensibilité et la spécificité du test sont très bonnes, et ce pour plusieurs espèces, dont les trois analysées ici. La valeur des résultats n'est donc pas à mettre en question de ce point de vue là, même si des erreurs humaines peuvent toujours exister.

Enfin des problèmes ont également émaillé les différentes campagnes de piégeage. Des problèmes d'échantillonnage sont à souligner, du fait d'une quantité de matériel limitée. Ainsi le choix des différents sites où placer les pièges a été difficile, et peut être pas toujours judicieux. Pourtant la recherche d'emplacements correspondant à des lieux où les insectes hématophages peuvent vivre a pris du temps. Peu de pièges signifie donc peu de sites de piégeage différents et peut-être une représentativité erronée des proportions d'insectes entre les 2 villages et d'un site à l'autre dans un même village. A cela, il faut ajouter la détérioration d'une partie du matériel, ce qui a limité encore plus le travail de piégeage.

2) Résultats

Les résultats obtenus ont permis tout d'abord de mettre en exergue l'originalité de l'élevage de ruminants aux Comores grâce à une succincte typologie d'élevage. Ainsi le nombre d'animaux par propriétaire y est faible, avec une différence entre Mohéli, où il est plus important, et les 2 autres îles. Le type d'élevage, essentiellement au piquet, demande peu de temps au propriétaire pour s'occuper de ses animaux, mais peut être source de divers problèmes : alimentaires, par changement fréquent de type de végétation pâturée, mais aussi pathologiques, car des animaux de différents troupeaux peuvent être à proximité et les animaux peuvent être placés près de zones de développement des vecteurs, ce qui favorise la

dissémination de certaines maladies. La divagation, plus rare, amplifie encore ce problème. En ce qui concerne l'alimentation, la majorité des animaux ont le minimum, c'est-à-dire la végétation qu'ils peuvent brouter, car la complémentation est rare. Enfin, les soins apportés sont faibles pour 2 raisons : le manque de moyens financiers des éleveurs, et donc le peu d'argent investi dans l'élevage, et le faible développement des structures vétérinaires, uniquement constituées de techniciens vétérinaires. Cette description correspond à un élevage très peu développé. Certes l'Union des Comores est un pays peu développé, mais l'élevage constitue une grande partie des revenus de ses habitants, donc il semble nécessaire de l'améliorer.

Les analyses des prélèvements sanguins réalisés sur les ruminants nous ont permis de réaliser une estimation de la prévalence de la FVR selon différents critères. Aucune donnée officielle n'existant sur cette pathologie aux Comores, ces résultats mettent en évidence pour la première fois des traces d'une circulation virale dans les 3 îles constituant le pays, et dans toutes les régions. Il est important de signaler que le test utilisé lors des analyses ne permet pas de faire la différence entre un animal infecté et un vacciné. Ce rappel est important car, bien que la vaccination ne soit pas réalisée aux Comores, elle l'a été en Tanzanie au cours de la dernière épizootie, en 2007, et les Comores importent beaucoup de ruminants de ce pays. Cependant, les informations envoyées par la Tanzanie à l'OIE sur le vaccin utilisé (OIE, rapport FVR Tanzanie) ne sont pas suffisantes pour pouvoir en tirer une conclusion précise quant aux animaux importés.

De plus, des différences significatives entre des sous-populations sont à mettre en avant : entre les jeunes et les adultes, entre les îles et entre les régions de l'île de Grande Comore. La différence entre les catégories d'altitude n'est par contre pas significative. Enfin, on observe une différence significative en fonction du sexe, ce qui peut paraître anormal.

Cet « effet sexe » peut s'expliquer par une proportion de jeunes chez les mâles bien plus élevée que chez les femelles, 38,9 % contre 22,3 % respectivement. Or la différence hautement significative entre les 2 catégories d'âge, combinée à ces différences de proportions explique cette anomalie. En ce qui concerne l'âge, cela était attendu car l'analyse réalisée est une recherche d'IgG par ELISA, donc une mise en évidence du contact de l'animal avec le virus. Les animaux âgés avaient par conséquent plus de risques d'être positifs que les jeunes.

Les différences de pédologie, d'hydrographie et de relief entre les îles ainsi que les résultats obtenus nous laissent supposer que l'épidémiologie de la FVR est différente sur chacune des îles. Mais le nombre de prélèvements, trop faible à Mohéli, et réparti différemment sur chaque île, ne nous permet pas de comparer plus avant les prévalences obtenues pour chaque île. Des études complémentaires consistant en des piégeages d'insectes à Mohéli et à Anjouan sont donc nécessaires pour affiner cette étude épidémiologique. Cependant, il faut garder en tête que les résultats de prévalence obtenus ne dépendent pas que du climat, mais certainement aussi de la répartition des animaux importés, possibles sources d'infection, entre les îles, car les échanges sont nombreux.

Les variations, non significatives, en fonction de l'altitude correspondent aux données bibliographiques sur le paludisme, où la transmission de la maladie diminue au-dessus de 500 m, voire disparaît à Anjouan (Blanchy et al., 1999). Des différences écologiques, avec une répercussion sur le développement des potentiels vecteurs, peuvent être une source d'explication de ces variations. Cependant, l'étude dans les villages de Maoueni et Séléani, nous donne des chiffres très différents. Il est donc certainement plus judicieux de considérer qu'il n'existe pas de variations en fonction de l'altitude, d'autant plus que les animaux et les vecteurs circulent facilement entre différentes zones.

La différence significative qui existe entre les régions, en Grande Comore, n'est pas simple à expliquer. Le fait d'avoir capturé plus d'insectes hématophages en altitude et que le

nombre d'insectes diminue avec le temps semble indiquer qu'à la période à laquelle les piégeages ont été réalisés, c'est-à-dire pendant la première moitié de la saison sèche, le climat en altitude, plus humide, est plus favorable au développement de ces insectes. Cependant, il est tout à fait possible que la saison des pluies permette une recrudescence des vecteurs dans les zones plus sèches, donc plutôt les côtes Est des îles, car comme expliqué dans l'épidémiologie descriptive, les citernes peuvent s'assécher dans ces zones. Ceci expliquerait les prévalences plus élevées obtenues dans des régions où les précipitations sont plus faibles. Ce schéma serait alors comparable à ce qui se passe en Afrique de l'Est, avec les *dambos*, où l'arrivée de fortes pluies permet la pullulation d'insectes vecteurs et le départ d'une épizootie. Une étude entomologique en saison des pluies est donc nécessaire, afin de comparer les résultats à ceux obtenus en saison sèche, et ainsi affiner les explications de ces variations.

L'état des insectes piégés au retour à La Réunion n'a permis d'établir qu'une liste des familles et sous-familles de diptères hématophages capturés. Cependant, ces piégeages ont permis la découverte de l'existence de phlébotomes et de simulies sur l'île de la Grande Comore, or ces insectes n'y avaient jamais été décrits. En ce qui concerne les simulies, cela est d'autant plus surprenant que ces insectes ont généralement besoin d'eaux courantes pour leur développement, ce qui n'existe pas sur cette île. Cette succincte liste est donc très intéressante dans l'optique d'une future étude entomologique aux Comores, car le rapport de Brunhes date et la faune entomologique du pays a évolué. Il est dès lors dommage de ne pas avoir pu aller plus profondément dans l'identification des quelques individus capturés.

Par contre, la quantité, mais surtout la proportion, d'insectes hématophages capturés sont vraiment faibles : seulement 82, qui représentent 3 % du total. Or les pièges utilisés, BG-sentinel et CDC-light, sont supposés servir pour capturer spécifiquement les diptères hématophages, grâce à leur attractif, chimique pour le premier et par la lumière pour le second. La stratégie d'échantillonnage est donc à rediscuter et à améliorer pour une future campagne. Le faible nombre de pièges utilisés et leur positionnement a indéniablement eu un impact sur les résultats obtenus. Le peu de données sur les possibles lieux de développement des insectes vecteurs de maladies animales aux Comores est certainement à l'origine d'un mauvais positionnement des pièges. Enfin la capture à une période plus propice, c'est-à-dire plus proche de la saison des pluies, aurait peut-être permis une capture plus importante d'insectes hématophages. Tous ces problèmes d'échantillonnage soulèvent le problème de la représentativité des insectes capturés lors du stage. Cependant, même si la partie quantitative n'est pas très exploitable, le fait d'avoir capturer des insectes hématophages appartenant à 6 familles différentes est une réussite, car les données entomologiques sur les Comores sont vraiment rares, et constitue une base pour de futures recherches.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Quels qu'aient été les problèmes, le stage a permis de mettre en évidence pour la première fois les traces sérologiques d'une circulation virale de FVR aux Comores. Ce point est finalement très important pour la zone (Mayotte, Madagascar et l'Afrique de l'Est), car les échanges, officiels et clandestins, y sont très nombreux, d'autant plus que les résultats obtenus semblent indiquer que près d'un tiers des ruminants vivant aux Comores ont été en contact avec le virus au cours de leur vie. Ces résultats et l'étude d'épidémiologie descriptive concernant la Fièvre de la Vallée du Rift aux Comores va permettre de prévoir des recherches futures, et, ensuite, la mise en place de mesures préventives afin de limiter l'impact de la FVR dans les années à venir. Des études complémentaires au travail effectué semblent également nécessaires à la compréhension de l'épidémiologie de la FVR aux Comores, base indispensable à une lutte efficace contre la pathologie. Afin d'aboutir rapidement à une compréhension de la circulation du virus dans le pays et la mise en place de moyens de lutte, une collaboration entre épidémiologistes et entomologistes, entre vétérinaires et médecins, est indispensable.

Rappelons que la poursuite du PCSMAE, dans le cadre duquel le stage a été réalisé, consiste en une analyse de risque d'introduction et de dissémination des maladies mises en évidence dans chacune des îles de l'Océan Indien, dont la FVR. Le Sud-Ouest de la zone, constitué de l'archipel des Comores et de Madagascar, est la cible prioritaire pour cette maladie. A Madagascar, par l'intermédiaire du projet Rift-OI, ainsi qu'à Mayotte, les recherches sur la FVR ont d'ailleurs déjà débuté.

Les recherches prioritaires à réaliser aux Comores, en plus des études précédemment évoquées, consisteraient d'abord en une recherche d'IgM cette fois, puis du virus, sur des échantillons de sang, afin de confirmer la circulation récente du FVRV. Ensuite, si le virus est isolé, il serait très intéressant de réaliser une étude phylogénique de ce virus, en le comparant à celui trouvé en Afrique de l'Est et à Madagascar ; ceci permettrait de connaître le pays à partir duquel le virus a été introduit.

BIBLIOGRAPHIE

- AFSSA (2008). Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur le risque de propagation de la fièvre de la vallée du Rift (FVR) dans un département et une collectivité départementale français de l'Océan Indien (la Réunion et Mayotte). Saisines 2007-SA-0106 et 2008-SA-0074. 156 p.
- Bird, BH., Ksiazek, TG., Nichol, ST., Maclachlan, NJ. (2009). Rift Valley fever virus. J. Am. Vet. Med. Assoc. 234, 883-893.
- Blanchy, S., Julvez, J. and Mouchet, J. (1999). [Epidemiological stratification of malaria in the Comoro archipelago]. Bull Soc Pathol Exot 92, 177-184.
- Brunhes, J. (1977). Les moustiques de l'archipel des Comores. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol. 15 (2), 131-152.
- Chevalier, V., Martin, V., de La Rocque, S., Roger, F., (2008). Combating and Predicting Rift Valley Fever Outbreaks : a Scientific and Geopolitical Challenge for the Future. Emerging Infections 8. 189-212.
- Davies, F. G., Martin, V. (2003). Recognizing Rift Valley Fever. FAO Animal Health Manual n° 17. 45 p.
- Direction Générale De La Santé (2008). Information de l'OMS en application des articles 6 et 9 du Règlement sanitaire international : situation de Mayotte vis-à-vis du virus de la FVR; information relative aux résultats des enquêtes sérologiques en santé animale et humaine et aux mesures sanitaires prises. Paris.
- FAO (2005). L'irrigation en Afrique en chiffres - Enquête AQUASTAT 2005. Les Comores. 8 p. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/comores/comores_cp.pdf
- FAO (2008). Rift Valley fever outbreaks in Madagascar and potential risks to neighbouring countries. 5 p. http://www.fao.org/docs/eims/upload//242253/EW_rvf_apr08.pdf
- Fontenille, D., Traore-Lamizana, M., Diallo, M., Thonnon, J., Digoutte, JP., Zeller, HG. (1998). New vectors of Rift Valley fever in West Africa. Emerging Infect. Dis. 4, 289-293.
- Geering, W. A., Davies, F. G., Martin, V. (2003). Préparation des plans d'intervention contre la Fièvre de la Vallée du Rift. Manuel FAO de Santé Animale n° 15. 77 p.
- Gerdes, GH. (2004). Rift Valley fever. Rev. - Off. Int. Epizoot. 23, 613-623.
- Institut de Veille Sanitaire (2007). Cas importé de Fièvre de la Vallée du Rift. Bulletin Hebdomadaire International n° 103 (6 septembre - 12 septembre 2007). http://www.invs.sante.fr/international/bhi/bhi_120907.pdf
- Lefevre, PC. (2000). [Impact of veterinary arboviruses. The case of Rift Valley Fever]. Med Trop (Mars) 60, 27-30.

Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Environnement des Comores (2009). Quatrième Rapport National sur la Diversité Biologique. 104 p.

OIE (2005). Rift Valley Fever. Manuel terrestre de l'OIE 2005. 208-219.

OIE (2009). WAHID Interface – OIE Information Database. Fièvre de la Vallée du Rift, Tanzanie : Rapport de suivi n°1 du 10/04/2007. [ON LINE]. [2009/07/29]. <URL : http://www.oie.int/wahis/public.php?page=single_report&pop=1&reportid=5184>.

OIE (2009). WAHID Interface – OIE Information Database. Récapitulatif des notifications immédiates et rapports de suivi – 2009. Fièvre de la Vallée du Rift. [ON LINE]. [2009/07/29]. <URL : http://www.oie.int/wahis/public.php?page=disease_immediate_summary>.

OIE (2009). WAHID Interface – OIE Information Database. Résumé de l'événement : Fièvre de la Vallée du Rift, Mayotte (France). [ON LINE]. [2009/07/29]. <URL : http://www.oie.int/wahis/public.php?page=event_summary&this_country_code=MYT&reportid=7035>.

Ouledi A. (2003). Paludisme et environnement aux Comores. Thèse de Doctorat Université Paris VI Pierre et Marie Curie.

Paweska, JT., Mortimer, E., Leman, PA., Swanepoel, R. (2005). An inhibition enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of antibody to Rift Valley fever virus in humans, domestic and wild ruminants. *J. Virol. Methods* 127, 10-18.

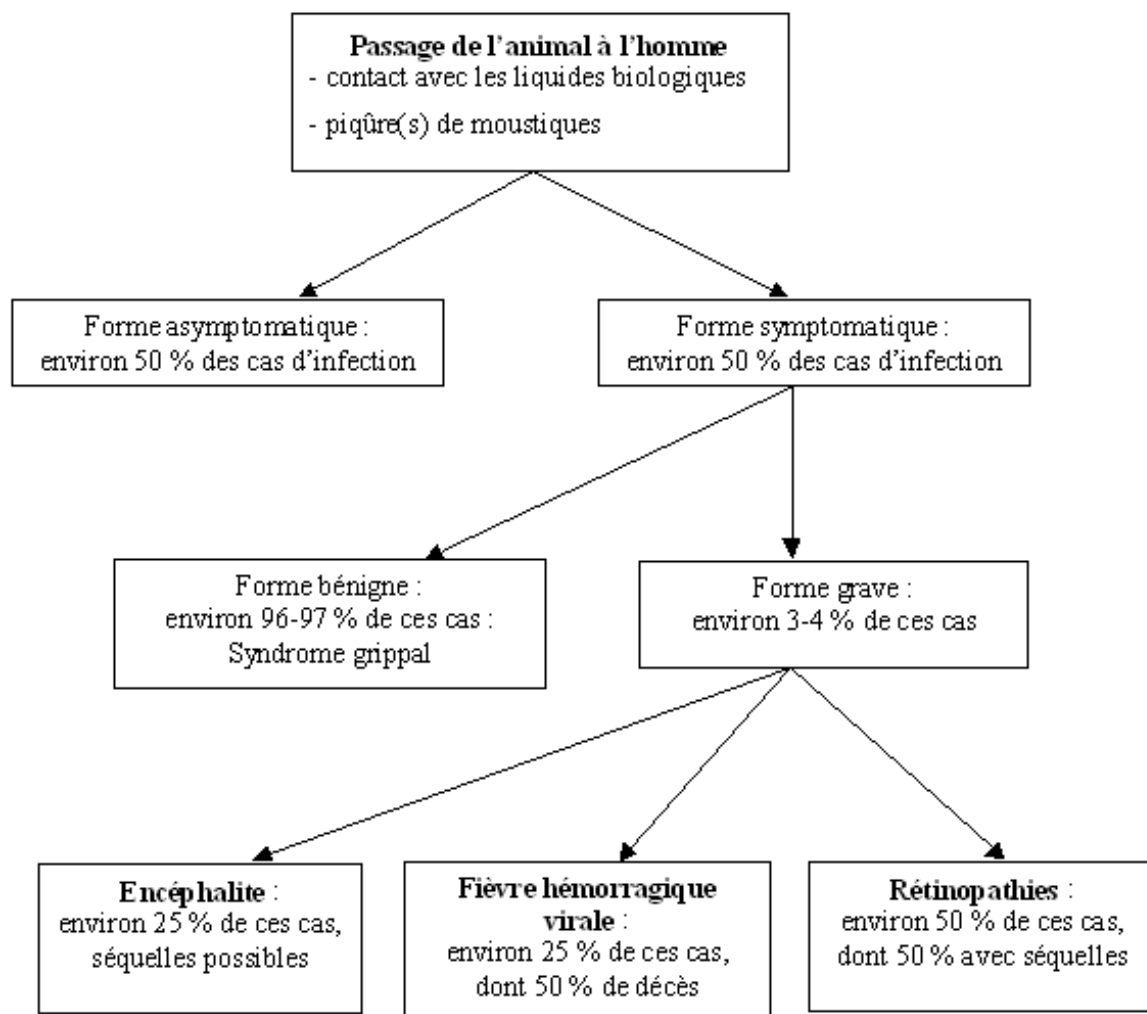
Quid (2009). Comores : Carte - Infrastructures + relief - Quid.fr. [ON LINE]. [2009/07/29]. <URL : <http://www.quid.fr/monde.html?mode=detail&iso=km&style=carte&id=50224&docid=2909#map>>.

Rakotoharinome, V.M., Maillard, A. (2006). Appui à la mise en place d'un système de surveillance des maladies animales : mission aux Comores, du 10 juillet au 19 juillet 2006. Antananarivo. 2003-67.

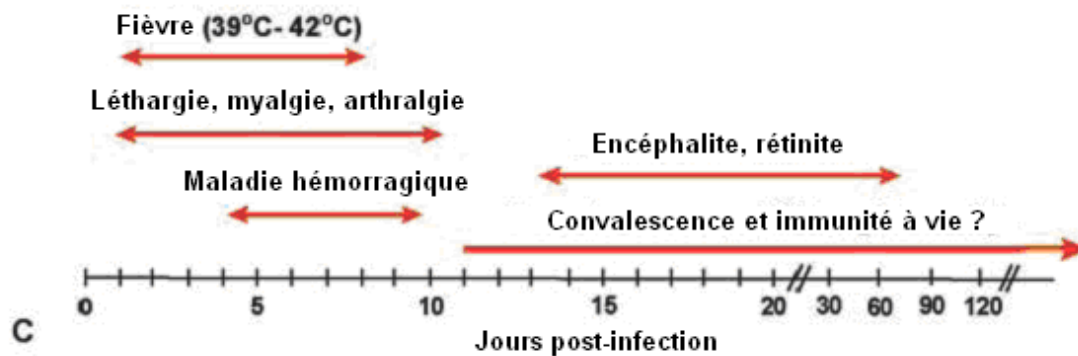
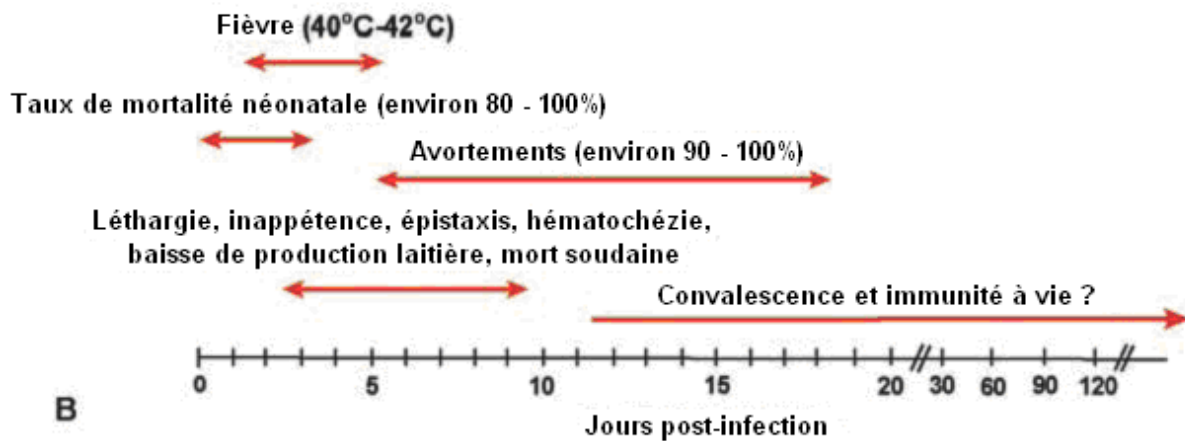
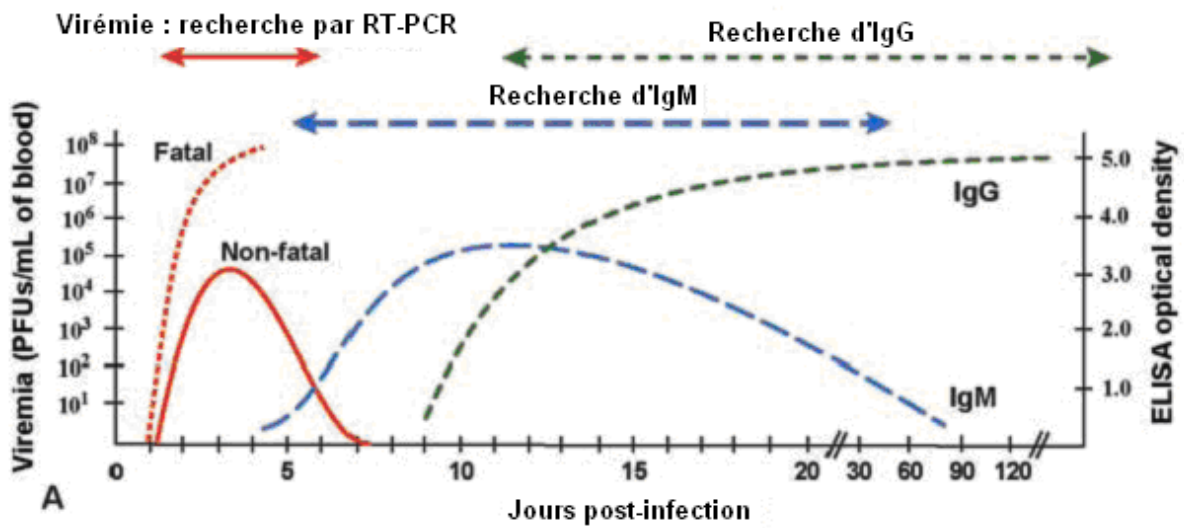
Sang, RC., Ahmed, O., Faye, O., Kelly, CLH., Yahaya, AA., Mmadi, I., Toilibou, A., Sergon, K., Brown, J., Agata, N., Yakouide, A., Ball, M., Breiman, RF., Miller, BR., Powers, AM. (2008). Entomologic investigations of a chikungunya virus epidemic in the Union of the Comoros, 2005. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 78, 77-82.

Sissoko, D., Giry, C., Gabrie, P., Tarantola, A., Pettinelli, F., Collet, L., D'Ortenzio, E., Renault, P., Pierre, V. (2009). Rift Valley Fever, Mayotte, 2007-2008. *Emerging Infect. Dis.* 15, 568-570.

ANNEXE I : Répartition des formes cliniques de FVR chez l'homme (adapté de InVS, dans AFSSA, 2008)



ANNEXE II : Evolution de la virémie et réponse en anticorps contre le virus de la FVR chez les ruminants (A) et évolution de la maladie pour le bétail (B) et les humains (C).
(Traduit de Bird et al., 2009)

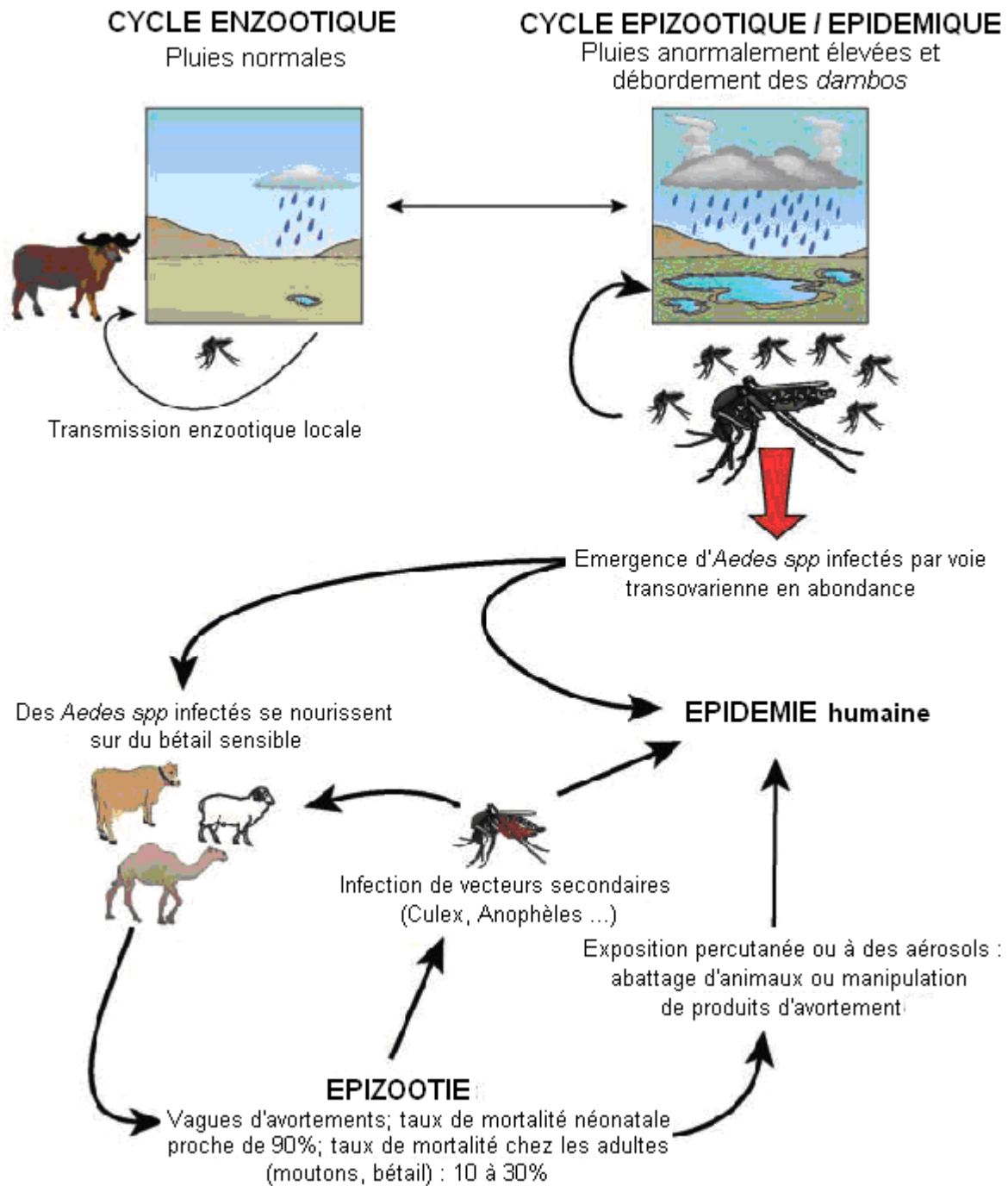


ANNEXE III : Liste des moustiques présents sur l'archipel des Comores (d'après Brunhes, 1977, 1997)

Espèces culicidiennes	Grande Comore	Anjouan	Mohéli	Mayotte
Anopheles				
A. comorensis	+	+	+	+
A. coustani		+	+	+
A. funestus		+	+	+
A. gambiae	+	+	+	+
A. maculipalpis			+	+
A. mascarensis		+	+	+
A. pretoriensis	+	+	+	+
Culex				
C. (C.) antennatus				+
C. (C.) carleti				+
C. (C.) comorensis		+	+	+
C. (C.) c. spp. kartalae	+			
C. (C.) decens		+		+
C. (C.) quinquefasciatus	+	+	+	+
C. (C.) simpsoni	+	+	+	+
C. (C.) sitiens	+		+	
C. (L.) tigripes	+	+	+	+
C. (Culi.) cinerellus			+	+
C. (Culi.) nebulosus			+	
C. (E.) chauveti			+	
C. (E.) horridus		+		+
C. (E.) wigglesworthi				+
Aedes				
A. (Aedi.) albocephalus			+	
A. (Aedi.) fowleri	+			+
A. (Finlaya) monetus			+	+
A. (Neom.) circumluteolus				+
A. (Skusea) cartroni		+	+	+
A. (Stego.) aegypti	+	+	+	+
A. (Stego.) simpsoni	+	+	+	+
A. (Stego.) vittatus	+	+	+	+
A. (Stego.) albopictus				+
Eretmapodites				
E. quinquevittatus	+	+	+	+
E. subsimplicipes	+	+	+	+
Ficalbia				
F. (Ingramia) grjebinei			+	+
Mansonia				
M. uniformis				+

Orthopodomyia				
O. comorensis				+
O. joyoni	+		+	+
Uranotaenia				
U. alboabdominalis				+
U. andavakae				+
U. douceti				+
U. mayottensis				+
U. pandani	+			+
TOTAL	16	18	25	36

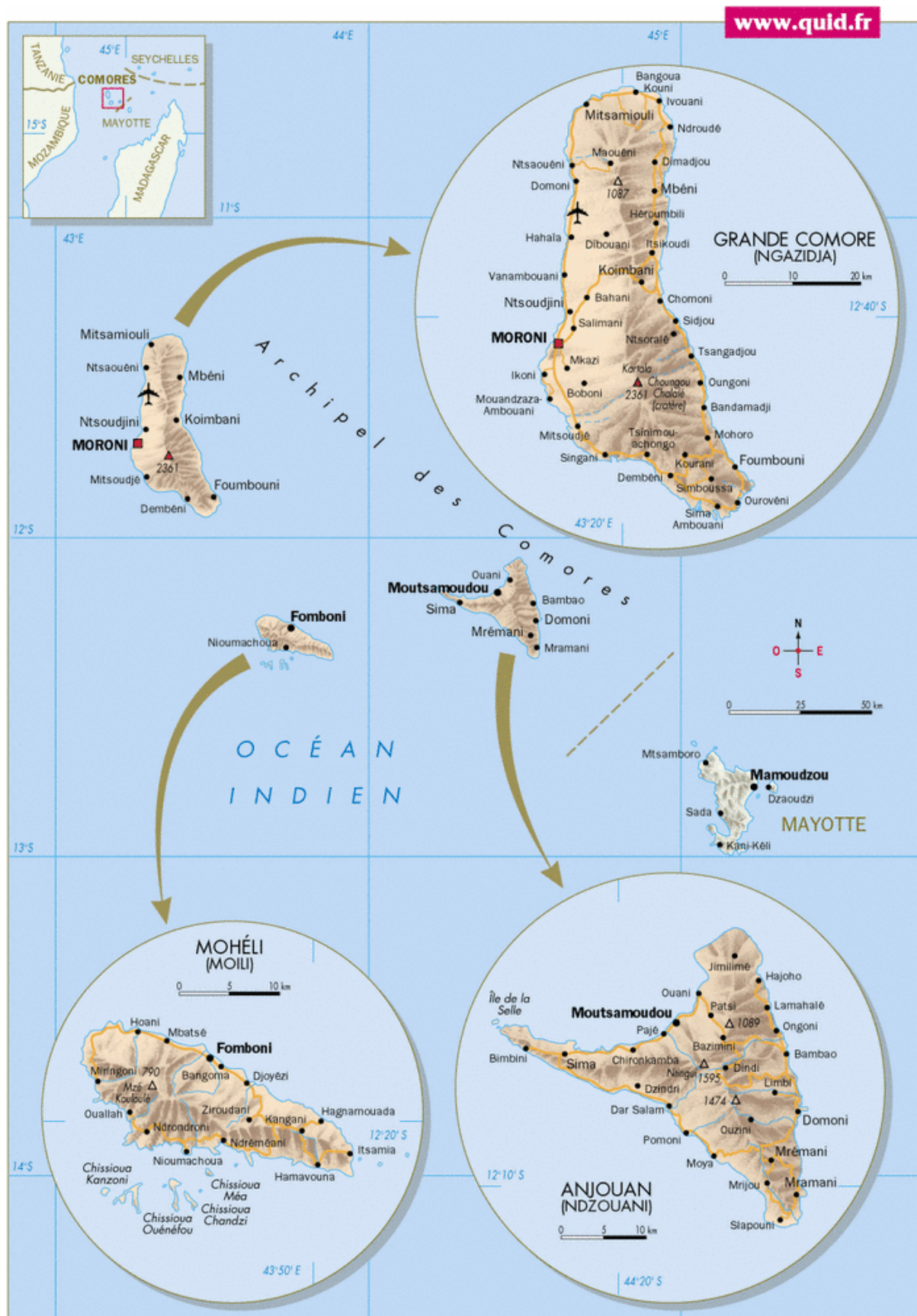
ANNEXE IV : Cycles de transmission du virus de la FVR (Traduit de Bird et al., 2009)



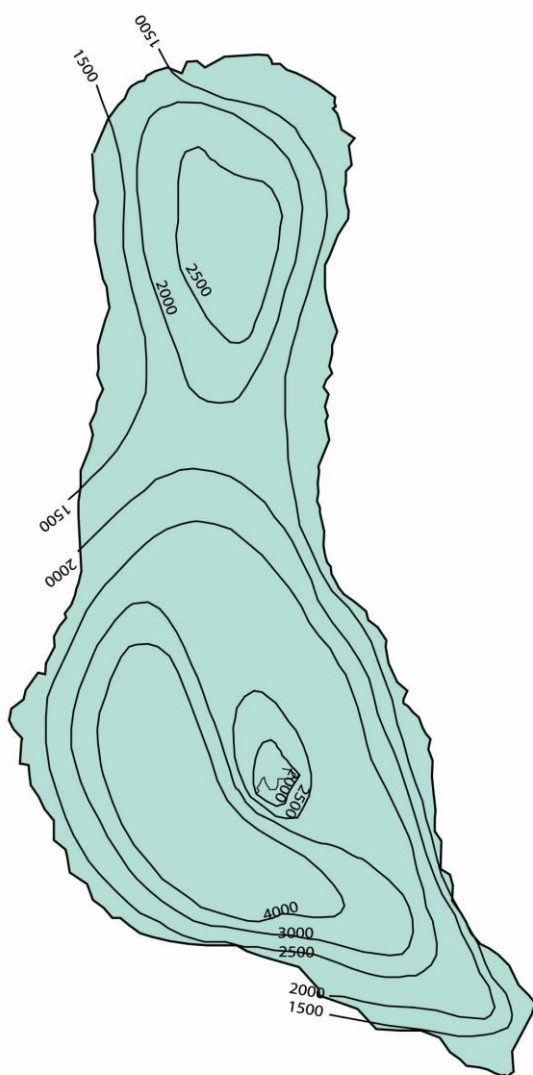
ANNEXE V : Bilan des formes épidémiologiques de la FVR (AFSSA, 2008)

	ENZOOTIE	EPIZOOTIE	EPIDEMIE
CARACTERISTIQUES	Circulation virale à bas bruit chez l'animal, entretenue par le vecteur	Circulation intense chez l'animal	Cas chez l'homme sans transmission inter-humaine
DUREE	Des mois ou des années	Des semaines ou des mois	Des semaines ou des mois
MECANISME	<u>Maintien du cycle</u> : - transmission verticale via les œufs de moustiques infectés ; - transmission vectorielle horizontale ; - réservoirs sauvages	Facteurs déclenchant : Pluies, inondations et pullulation vectorielle au contact de ruminants non immuns	Facteur déclenchant : épizootie
MODE DE TRANSMISSION PREPONDERANT	Vectoriel	Durant une épizootie, le rôle de la transmission vectorielle diminue tandis que le rôle de la transmission par contact direct ou indirect d'un animal avec des liquides biologiques ou avortons infectés augmente	Contact direct d'un humain avec des liquides biologiques ou avortons infectés
PREVENTION PAR LA VACCINATION DES ANIMAUX (pas de vaccin humain commercialisé)	Plutôt non conseillée	Plutôt conseillée	Plutôt conseillée

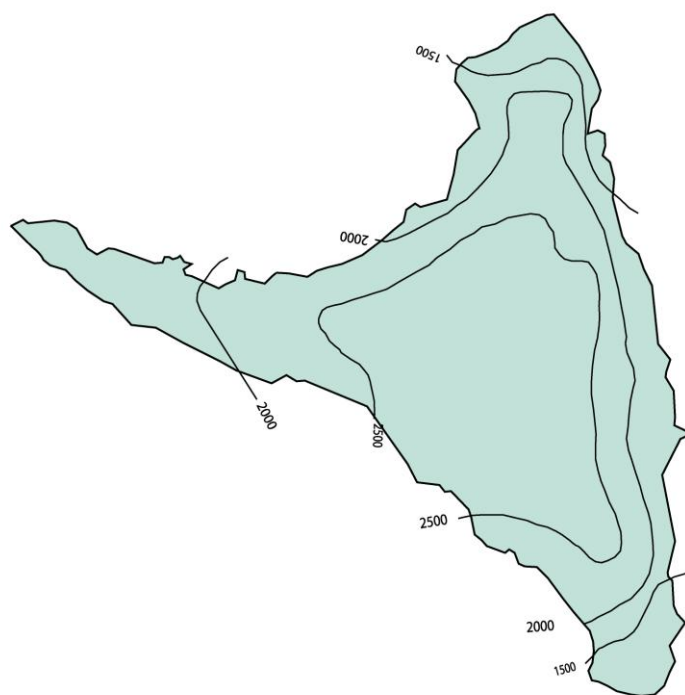
ANNEXE VI : Carte du relief des Comores (Quid, 2009)



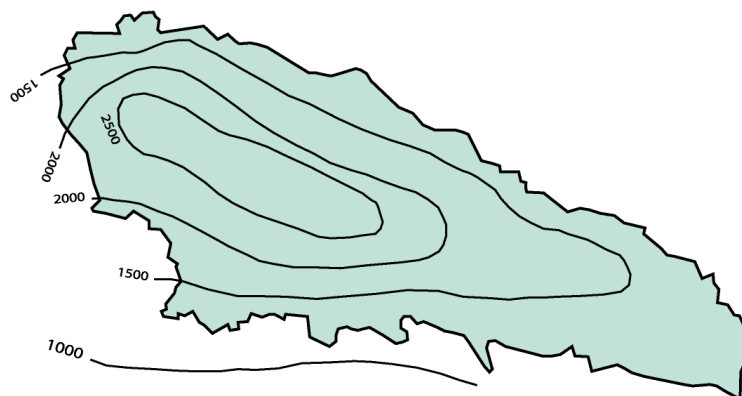
ANNEXE VII : Isohyètes des 3 îles des Comores (Ouledi, 2003)



Isohyètes en Grande Comore

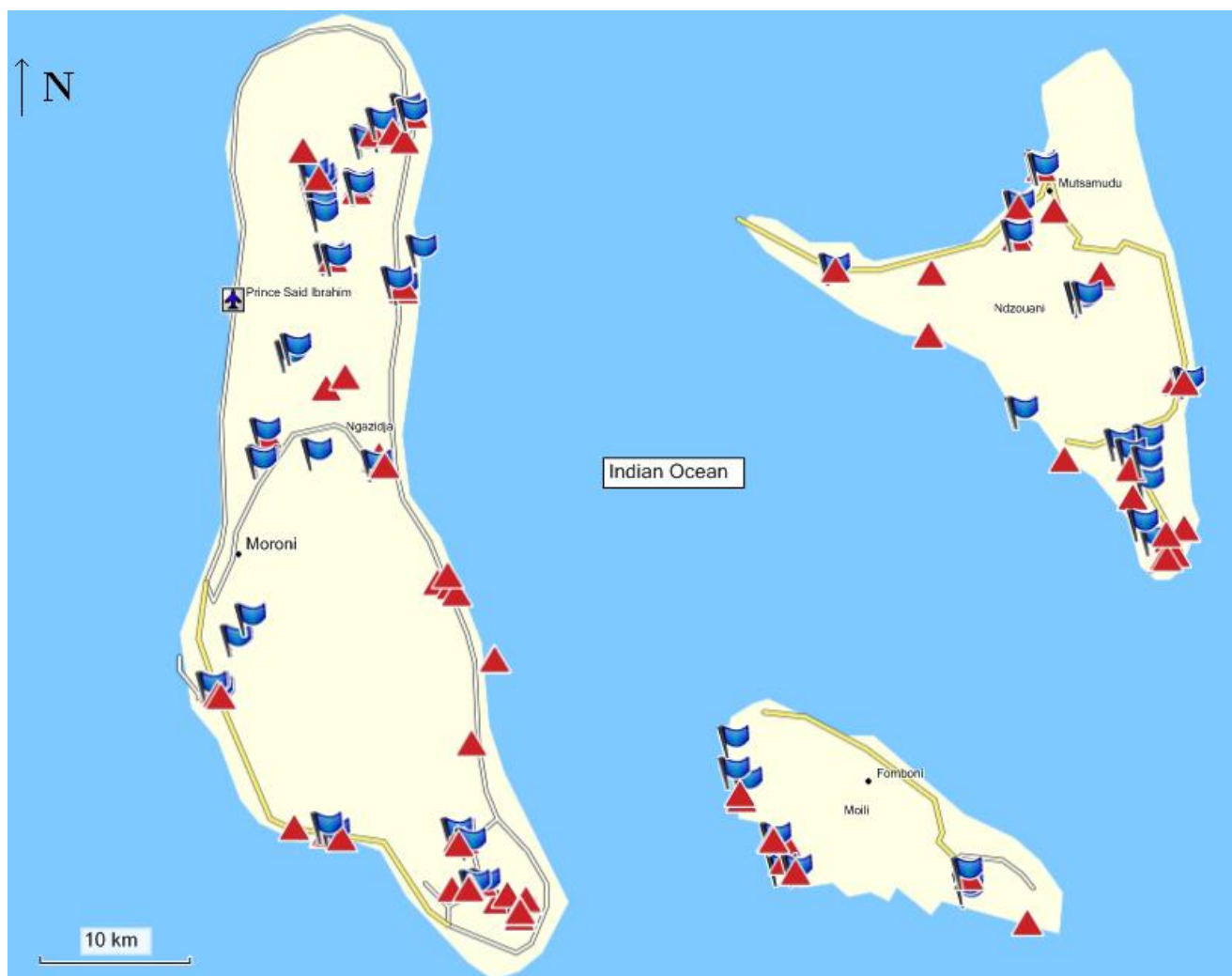


Isohyètes à Anjouan



Isohyètes à Mohéli

ANNEXE VIII : Localisation géographique des élevages où des animaux ont été prélevés, sur les 3 îles des Comores



Les drapeaux représentent les élevages négatifs et les triangles ceux où des animaux positifs ont été prélevés.

ANNEXE IX : Protocole du test ELISA d'inhibition

Rift Valley Fever Inhibition ELISA

An inhibition enzyme-linked immunoassay for the detection of antibody to Rift Valley fever virus in humans, domestic and wild ruminants

1. Background

Rift Valley fever (RVF) is a mosquito-borne viral disease. It causes abortion in sheep, goats and cattle, and deaths of young animals. Humans are infected by mosquito bite, contact with infected tissues, and aerosols.

2. Technique

The inhibition ELISA is based on the ability of RVF antibodies in the test sera to inhibit the binding of RVF antigen to the capture antibody on the plate. The plates are coated with polyclonal anti-RVF capture antibody and then reacted with the serum/antigen mixture. If test sera contains anti-RVF antibody; this will bind to the RVF antigen in a separate incubation tube. A mouse anti-virus antibody added after the serum/antigen mixture will find few specific binding sites available, and the coloured reaction due to HRPO-labelled anti-mouse antibody will be weak. In the absence of anti-RVF antibody, the RVF antigen in the serum/antigen mixture will be free and bound by the anti-RVF capture antibody on the plate, detected with mouse anti-virus antibody and HRPO-labelled anti-mouse antibody, which will result in a strong coloured reaction. The dilutions stated in test procedure are for reagents as tested at the NICD-SPU and when necessary should be re-optimised under the conditions of other laboratories. The reagents have been irradiated to inactivate RVF virus. Within the limits of sensitivity of the methods used to detect viable virus the products are safe.

3. The RVF inhibition ELISA kit

The kit contains the following:

Polyclonal sheep anti-RVF (capture antibody), freeze-dried 2 x 200µl;
RVFV antigen (RVF Ag), freeze-dried, 24 x 500µl;
Control antigen (control Ag), freeze-dried, 24 x 500µl;
Mouse anti-virus antibody (detection antibody), freeze-dried 5 x 100µl;
Anti-mouse IgG horseradish peroxidase (HRPO) conjugate, 1 x 200µl;
Control sera: high positive (C++) 5 x 200µl, low positive (C+) 5 x 200µl and negative (C-) control serum 10 x 200µl, all freeze-dried;
Phosphate-buffered saline (PBS) powder, 20 x sachets;
Skim milk powder, 2 x 50g;
Tween 20, 1 x 100ml;
Immunoplates, 25x;
ABTS-substrate, 3 x 100ml;
SDS-stop solution ("Electran") 10x concentrated, 1x100ml.
Dilution tubes are not supplied.

4. Preparation of reagents and working dilutions

PBS, 0.01M, pH 7.4: dissolve the required number of sachets of PBS powder in sterile distilled water, 1 sachet per 1 litre of water.
Wash buffer: dilute Tween 20 in PBS to a final concentration of 0.1%.
Diluent buffer: prepare 2% skimmed milk in PBS.
Blocking buffer: prepare 10% skimmed milk in PBS.
Capture antibody: rehydrate in 200µl of sterile distilled water.
Control sera: C++, C+ and C- rehydrate in 200µl of sterile distilled water.
Antigens: rehydrate each in 500µl of sterile distilled water.
Detection antibody: rehydrate in 100µl of sterile distilled water.
Working dilution of capture polyclonal antibody (1:400): prepare in PBS.
Working dilutions of control and test sera (1:10), antigens (1:10), detection antibody (1:500), conjugate (1:2000): prepare in diluent buffer.
Substrate: use as supplied.
Stop solution: dilute 1:10 in distilled water.
Diluting tubes are not supplied in the kit.
For each day's test the required volumes/working dilutions of reagents must be freshly prepared from stocks of reagents.

5. Plate layout

C++ High positive control serum
C+ Low positive control serum
C- Negative control serum
1-40 Test sera
Rows A-D 1-12 RVFV Ag
Rows E-H 1-12 Control Ag

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	C++	C++	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37
B	C+	C+	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
C	C-	C-	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39
D	C-	C-	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
E	C++	C++	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37
F	C+	C+	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
G	C-	C-	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39
H	C-	C-	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

6. Test procedure

Unless otherwise stated volumes used are 100µl /well, and all washes are performed 3 times for 15s using 300 µl of wash buffer per well. During step 2 test sera and antigen are mixed in a separate plate or diluting tubes, not the ELISA test plate.

- Coat plates with 100µl polyclonal sheep anti-RVF capture antibody diluted 1:400 in PBS and incubate plates covered with lids at 4°C overnight. Wash plates.
- Add 200µl /well blocking buffer and incubate for 1h in moist chamber at 37°C. Wash plates.
During the blocking stage, add 21µl of each undiluted test and control sera into diluting wells containing 189µl virus or control antigen pre diluted 1: 10 in 2% skim milk in PBS.
- Add 100µl of test and control sera / virus antigen mixture to rows A-D 1-12 and 100µl of test and control sera / control antigen mixture to rows E-H 1-12 as shown in plate layout and incubate for 1h in moist chamber at 37°C. Wash plates.
- Add 100µl/well of mouse anti-virus diluted 1:500 in diluent buffer and incubate for 1h in moist chamber at 37°C. Wash plates.
- Add 100µl /well of anti-mouse IgG HRPO-conjugate diluted 1:2000 in diluent buffer and incubate for 1h in moist chamber at 37°C. Wash plates 6 times.
- Add 100µl of ABTS/well. Leave plates for 30 min. at room temperature (22-25°C) in dark, add 100µl of 1 x concentrated SDS stop solution and read optical density at 405nm

7. Results, acceptance criteria and diagnostic interpretation

A specific activity of each serum (net OD) is calculated by subtracting the non-specific background OD in the wells with control antigen from the specific OD in wells with virus antigen. The mean OD readings for replicate tests were converted to a percentage inhibition (PI) value using the equation: $[(100 - (\text{mean net OD of test sample} / \text{mean net OD of negative control}) \times 100)]$.

Internal quality control data

IQC	LCL	UCL
OD C-	0.65	1.34
PI C++	94.26	102.8
PI C+	48.34	79.5
PI C-	-4.26	4.33

LCL = Lower control limit, UCL = upper control limit, PI = Percent inhibition

Diagnostic accuracy of the Rift Valley fever inhibition ELISA

Measure	Human	Cattle	Goat	Sheep	Buffalo	Camel
Cut-off	38.6PI	41.9PI	41.4PI	38.4PI	34.2PI	36.1PI
D-Se (%)	99.47	100	99.56	100	100	100
D-Sp (%)	99.66	99.52	99.65	99.29	99.51	100

Cut-off values expressed as a PI of an internal negative serum control was optimised at 95% accuracy level by a two-graph receiver operating characteristic (TG-ROC) analysis. D-Se and D-Sp refer to diagnostic sensitivity and specificity.

Notes on the ELISA for the detection of RVF antibody

The kit is sufficient for testing of 1000 samples, including internal controls. Sera should rather be tested in duplicate in laboratories that do not routinely perform ELISA or use the kit for the first time. Usually the net OD of C- reaches the IQC limits after 30 min. of substrate incubation. It is recommended, however, that before stopping the colour development, plates are pre-read, and when necessary, incubation of substrate extended for additional 10-15 min. If the problem persists, contact the NICD-SPU and include all IQC data with the correspondence.

The capture polyclonal sera, mouse anti-RVFV serum, ELISA antigens, and internal control sera are supplied freeze-dried. The HRPO conjugate is supplied wet. While in use reconstituted reagents can be stored at 4°C, provided sterile procedures and tips are used to remove aliquots. If tests are performed infrequently the reagents should be diluted 1:10 in PBS, aliquoted in small volumes, and stored at -70°C until required, except for the virus and control antigens. Remember to account for the dilution factor when using reagents that have been diluted before storage.

The ELISA format reported here can be used as a safe, robust and highly accurate diagnostic tool in disease-surveillance and control programmes, import/export veterinary certification and for monitoring of the immune response in vaccines. It is a single test format, which allows mass and rapid detection of antibody to RVF in humans and in different species of domestic and wild ruminants using the same set of diagnostic reagents.

Kit batch number: 2005/11

Expiry date: 30 November 2006

ANNEXE X : Fiche de prélèvement

Date :	Nom Préleveur :
---------------	------------------------

ELEVAGE

N° ID élevage (ou nom le cas échéant) : <div style="border: 1px solid black; height: 30px; margin-top: 5px;"></div>	Adresse Pays : Province/Ile : District : Commune : Ville/Village : Lieu-dit (le cas échéant) :	GPS Latitude : <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> Longitude : <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> Altitude : <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>																
Nom éleveur : Tel : Fax : Mail :																		
Type élevage (cas échéant) : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cage</td> <td><input type="checkbox"/> Select.</td> <td><input type="checkbox"/> Zero Pâtu.</td> <td><input type="checkbox"/> Piquet</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Parquet</td> <td><input type="checkbox"/> Naiss-Engr</td> <td><input type="checkbox"/> Semi-Pâtu</td> <td><input type="checkbox"/> Abri</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Plein air</td> <td><input type="checkbox"/> Engr</td> <td><input type="checkbox"/> Plein-Pâtu</td> <td><input type="checkbox"/> Enclos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> B-Cour</td> <td><input type="checkbox"/> B-Cour</td> <td><input type="checkbox"/> Divaguant</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Cage	<input type="checkbox"/> Select.	<input type="checkbox"/> Zero Pâtu.	<input type="checkbox"/> Piquet	<input type="checkbox"/> Parquet	<input type="checkbox"/> Naiss-Engr	<input type="checkbox"/> Semi-Pâtu	<input type="checkbox"/> Abri	<input type="checkbox"/> Plein air	<input type="checkbox"/> Engr	<input type="checkbox"/> Plein-Pâtu	<input type="checkbox"/> Enclos	<input type="checkbox"/> B-Cour	<input type="checkbox"/> B-Cour	<input type="checkbox"/> Divaguant	<input type="checkbox"/>	Production annuelle (L lait/VL/an, nb oeufs/an, kg carc/an ...) <div style="border: 1px solid black; height: 30px; margin-top: 5px;"></div>	
<input type="checkbox"/> Cage	<input type="checkbox"/> Select.	<input type="checkbox"/> Zero Pâtu.	<input type="checkbox"/> Piquet															
<input type="checkbox"/> Parquet	<input type="checkbox"/> Naiss-Engr	<input type="checkbox"/> Semi-Pâtu	<input type="checkbox"/> Abri															
<input type="checkbox"/> Plein air	<input type="checkbox"/> Engr	<input type="checkbox"/> Plein-Pâtu	<input type="checkbox"/> Enclos															
<input type="checkbox"/> B-Cour	<input type="checkbox"/> B-Cour	<input type="checkbox"/> Divaguant	<input type="checkbox"/>															
Nb anx/bandes : <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>																		
Nb bandes sorties/an : <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>																		

Recensement

	Espèce	Présence	Race	Nombre				
				Jeunes		Adultes		
Volaille	Pondeuse	<input type="checkbox"/>		
	Poulet chair	<input type="checkbox"/>		
	Canard	<input type="checkbox"/>		
	Dinde	<input type="checkbox"/>		
	Autre :	<input type="checkbox"/>		
Porcin	Porc	<input type="checkbox"/>	...	Porcelets	PS	Truies	Verrats	PC
			
Ruminants	Bovin	<input type="checkbox"/>		
	Ovin	<input type="checkbox"/>		
	Caprin	<input type="checkbox"/>		
Equins	Chevaux	<input type="checkbox"/>		
	Autres :	<input type="checkbox"/>		

Historique Vaccination

Espèce	Maladie	Nom du Vaccin	Dates

Historique Maladies

Espèce	Maladie	Dates

PRELEVEMENTS

PRELEVEMENTS Nature du prélèvement : <input type="checkbox"/> Sérum <input type="checkbox"/> Sang (Edta) Ecouvillon <input type="checkbox"/> Trachéal <input type="checkbox"/> Tissu (s) : <input type="checkbox"/> Cloacal 					
Code Prélèvement	N° ID animal	Espèce	Race	Sexe	Age ¹

¹ : jeune = avant l'âge de reproduction

Code Prélèvement Associé	Nature Prélèvement	Code Prélèvement

Remarques

--

ANNEXE XI : Questionnaire d'enquête pour les éleveurs

Questionnaire FVR en élevage – Comores

N° de la fiche	Date	Nom de l'enquêteur

1) Localisation

Localisation GPS :

Longitude	Latitude

Localisation géographique :

Ile	
Région	
Commune	
Village	

2) Environnement

- A quelle distance de la forêt est situé votre élevage (parc de nuit) ?
_____ mètres / _____ min de marche
- Est-ce que les bovins / ovins / caprins entrent ou s'approchent de la forêt ? Oui Non
Si oui, à quelle occasion ?

- Y a-t-il un point d'eau non loin de votre élevage ? Oui Non

Si oui :

Type (lac, mare, rivière, canal ...)	
Distance (m)	
Distance (min)	
Accès (Oui/Non)	
Surface (si mesurable)	

3) Population présente dans l'élevage

Espèce	Race *	Nombre	
		Jeunes \$	Adultes
Bovins			
Caprins			
Ovins			
Chats			
Chiens			
Equidés			

* : locale (L), importée (I), croisée (F1, F2, F3 ...)

\$: Avant l'âge de reproduction

4) Logement des ruminants

Type de logement	Espèces concernées *	Proportion au sein de l'espèce
Bâtiment clos		
Bâtiment semi-ouvert		
Abri		
Enclos		
Divagation (journée)		
Divagation (journée + nuit)		

* : bovins (B), ovins (O), caprins (C)

Si divagation :

BV OV CP

- ☐ ☐ ☐ Seulement dans le village
☐ ☐ ☐ Dans et en dehors du village dans un rayon de _____ mètres
☐ ☐ ☐ Accès à un point d'eau
☐ ☐ ☐ Accès à la forêt

La divagation est-elle saisonnière ? Oui Non

Si oui, à quelle période ? _____

5) Aspects sanitaires

Avez-vous eu des avortements en 2008 ? Oui Non			
Espèces	Nombre	Période	Déclaration au vétérinaire (Oui/Non)

➤ Avez-vous déjà observé des rongeurs (souris, rats ...) dans et/ou autour du logement des animaux ?
Oui Non

➤ Avez-vous déjà réalisé une dératisation ? Oui Non

Si oui, où ? ☐ dans l'élevage uniquement
☐ dans l'élevage et autour de l'élevage, dans un rayon de _____ mètres

A quelle fréquence ? _____

➤ Lutte-t-on contre les insectes ? Oui Non

Si oui : par quel moyen ? _____

où ? ☐ dans l'élevage uniquement
☐ dans l'élevage et autour de l'élevage, dans un rayon de _____ mètres

Si c'est un insecticide, quel produit utilisez-vous ?

6) Mouvements d'animaux

➤ Achetez-vous des animaux ? Oui Non

Si oui : Quelles espèces ? ☐ Bovins ☐ Caprins ☐ Ovins

A quelle fréquence ? BV : _____
 CP : _____
 OV : _____

Lieux d'achat des animaux (Localisation ➔ Région/Village ; Type : élevage/marché de bétail/autre)

Détailler par espèce pour les années 2008 et 2009 :

BV : _____

CP : _____

OV : _____

➤ Vendez-vous des animaux ? Oui Non

Si oui :

- Quelles espèces ? ☐ Bovins ☐ Caprins ☐ Ovins
- A quelle période ? _____
- Combien ? BV : _____ CP : _____ OV : _____
- A quel âge ? BV : _____ CP : _____ OV : _____
- Où partent-ils ? (Localisation : Région/Village ; Type : éleveur/boucher/autre)

BV :

CP :

OV :

➤ Déplacements : Avez-vous envoyé certains de vos animaux dans d'autres zones (Région/Village) des Comores au cours des 2 dernières années ? Oui Non

Si oui :

- Combien ? BV : _____ CP : _____ OV : _____
- Quand sont-ils partis et revenus ? Départ : _____ Retour : _____

7) Abattage des animaux

Avez-vous fait des abattages dans l'exploitation ces 3 dernières années ? Oui Non

Si oui : - Pour quelles espèces et combien ? BV : _____
CP : _____
OV : _____

- Raisons d'abattage ? ☐ Atteinte de l'âge optimal
☐ Chute de production de lait
☐ Animal malade. Préciser : _____
☐ Besoin d'argent
☐ Autre : _____

- Existe-t-il un local uniquement réservé à cet abattage ? Oui Non

- Gestion des abats : ☐ Détruits par le feu
☐ Enterrés
☐ Donnés à manger à d'autres espèces animales
Lesquelles ?

☐ Autoconsommés
☐ Autre : _____

... ? Oui Non - Prenez-vous des mesures particulières lors de l'abattage (gants, masque, lavage des mains)

Si oui, préciser : _____

- Avez-vous déjà ressenti un syndrome fébrile, c'est-à-dire de la fièvre, des maux de tête et des douleurs musculaires ou articulaires ? Oui Non

Si oui, quand : _____

ANNEXE XII : Présentation des 2 principaux pièges utilisés

- CDC-light :

Ce type de piège a été conçu pour réduire les populations de moustiques et pour étudier les vecteurs d'arboviroses.

L'attractif étant la lumière, il est à utiliser la nuit et permet de capturer aussi bien les mâles que les femelles, ce qui peut être un avantage par rapport à d'autres pièges. Les meilleures captures sont réalisées quand les nuits sont bien noires, donc plutôt les nuits de nouvelle lune. Mais la lumière n'attire pas de manière équivalente toutes les espèces de moustiques.

Le piège doit être placé dans un endroit où la couverture végétale est abondante et l'humidité élevée, à l'abri du vent, où aucune autre lumière n'est présente et pas trop proche des bâtiments.

Remarque : Il est possible d'améliorer le système d'attraction avec un relargage de CO₂ à partir de carboglace.



- BG-Sentinel :

Ce piège est utilisé dans le même but que le CDC-light.

Dans ce piège, l'attractif, chimique, mime l'odeur de la peau humaine. Mais de nombreux autres attractifs peuvent être utilisés du fait de sa largeur (petits animaux ou tout autre chose qui aurait une odeur d'animal, lumière ...). L'attractif chimique utilisé n'attire donc que des insectes hématophages plutôt anthropophiles. Contrairement au CDC-light, il peut être utilisé toute la journée.

Le piège doit être placé à l'abri du vent, de la pluie et de la lumière du soleil, mais il doit être visible des moustiques.



Remarque : Il est possible d'utiliser un système de relargage de CO₂, ce qui augmente la diversité des espèces capturées.